

GARA EUROPEA A PROCEDURA APERTA PER L'AFFIDAMENTO DEI SERVIZI DI INGEGNERIA ED ARCHITETTURA RELATIVI ALL'ESPLETAMENTO DELLO STUDIO DI RIVALUTAZIONE DELLA SICUREZZA SISMICA DEL CORPO DIGA E DELLE OPERE ACCESSORIE, STUDIO GEOTECNICO, INDAGINI GEOGNOSTICHE SULLE STRUTTURE IN C.A. E RELATIVE PROVE DI LABORATORIO, VERIFICHE DEL MANTO BITUMINOSO, REDAZIONE DEL PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO AI SENSI DELL'ART. 114 DEL D.LGS. 152/2006 NONCHÉ REDAZIONE DEL PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA, DEL PROGETTO DEFINITIVO ED ESECUTIVO, COORDINAMENTO DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE, CON OPZIONE PER DIREZIONE LAVORI, DIRETTORI OPERATIVI, ISPETTORE DI CANTIERE E COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI ESECUZIONE, DEGLI INTERVENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA SCARICHI E SISTEMA DI TENUTA DELLA DIGA OLIVO IN TERRITORIO DEL COMUNE DI PIAZZA ARMERINA (EN), GESTITA DALLA REGIONE SICILIANA.
CODICE GARA: 094_OLIVO_01 CUP: G39E18000020001 CIG: 7752564233

DIGA OLIVO

3) CAPITOLATO TECNICO PRESTAZIONALE

relativo ai servizi di ingegneria ed architettura oggetto dell'appalto

CAPO I Rivalutazione della sicurezza sismica

CAPO II Progetto di gestione dell'invaso

CAPO III Progettazione e coordinamento della sicurezza in fase di progettazione

CAPO IV Direzione lavori, Direttori operativi, ispettore di cantiere e coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione (prestazioni opzionali)

0 - Oggetto dell'appalto

L'appalto prevede l'esecuzione dei servizi d'ingegneria e di architettura per l'espletamento dello Studio di rivalutazione della sicurezza sismica del corpo diga e delle opere accessorie, studio geotecnico, indagini geognostiche sulle strutture in c.a. e relative prove di laboratorio, verifiche del manto bituminoso, redazione del progetto di gestione dell'invaso ai sensi dell'art. 114 del d.lgs. 152/2006 nonché redazione del progetto di fattibilità tecnica ed economica, del progetto definitivo ed esecutivo, coordinamento della sicurezza in fase di progettazione, con opzione per direzione lavori, direttori operativi, ispettore di cantiere e coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione, degli interventi di manutenzione straordinaria scarichi e sistema di tenuta della diga Olivo in territorio del Comune di Piazza Armerina (EN), gestita dalla Regione Siciliana.

Il luogo di svolgimento dei servizi in appalto è sito nel territorio comunale di Piazza Armerina (EN).

Al presente capitolato prestazionale è allegata la specifica scheda tecnico-descrittiva nella quale sono riportati, oltre i peculiari dati tecnici e le informazioni attinenti la diga in oggetto, anche:

- i requisiti e gli obiettivi da perseguire per la messa in sicurezza dell'infrastruttura;
- la documentazione propedeutica all'espletamento dei servizi che, all'atto della sottoscrizione del disciplinare, la Stazione appaltante provvederà a fornire e/o a rendere disponibile al soggetto incaricato per l'eventuale consultazione in formato cartaceo e, dove possibile, anche in versione digitale.

CAPO I

RIVALUTAZIONE DELLA SICUREZZA SISMICA

1 - Oggetto dell'appalto

L'appalto prevede l'esecuzione dei servizi tecnici/attività e di tutte le verifiche propedeutiche ed esaustive al fine della produzione dello studio per la rivalutazione della sicurezza sismica dello sbarramento, delle sponde di invaso e delle opere accessorie della diga.

Le attività e le operazioni concernenti le verifiche in questione sono così articolate:

- ricognizione e verifica della documentazione esistente;
- rilievi integrativi e ricostruzione di eventuali disegni di consistenza oltre quelli già disponibili, ove ritenuto necessario;
- definizione del piano di indagini;
- esecuzione delle indagini e prove di laboratorio;
- direzione lavori, supervisione e controllo in fase di esecuzione delle indagini;
- redazione dello studio geologico;
- redazione dello studio geotecnico con particolare riferimento al corpo diga, anche alla luce dei risultati delle indagini e delle misure già effettuate;
- eventuale studio sismotettonico (ove ritenuto necessario);
- esecuzione delle verifiche sismiche;
- giudizio complessivo sulla sicurezza sismica;
- definizione degli interventi di miglioramento/adeguamento delle condizioni di stabilità del corpo diga;
- esame delle possibilità di miglioramento/adeguamento sismico delle opere accessorie, nel caso in cui le verifiche sismiche abbiano avuto esito negativo.

Sono altresì incluse nell'appalto tutte le altre prestazioni che, sebbene sopra non menzionate, si dovessero rendere propedeutiche e/o necessarie nel corso dello svolgimento dell'appalto, ai fini dell'esecuzione delle verifiche sismiche.

2 - Descrizione delle opere oggetto di studio

Per la peculiare descrizione della diga, sponde dell'invaso e opere accessorie da sottoporre a verifica sismica si rimanda alla relativa scheda tecnica allegata al presente capitolato.

3 - Regole e norme tecniche da rispettare

La studio dovrà essere redatto nel rispetto delle norme che si richiamano, per costituirne parte integrante essenziale.

- Decreto Legge 29 marzo 2004 n. 79, così come convertito in Legge 1 agosto 2004, n° 139 - *“Disposizioni urgenti in materia di sicurezza di grandi dighe.”*
- D.M. 14 gennaio 2008 – *“NTC 2008 – Norme tecniche per le costruzioni”*, così come modificato ed aggiornato dal D.M. 17 gennaio 2018 – *“Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni”*;
- Decreto Legge 6 dicembre 2011, n° 201, convertito in Legge 22 dicembre 2011, n° 214 *“Disposizioni urgenti per la crescita, l'equità ed il consolidamento dei conti pubblici”*, con particolare riferimento per le Dighe all'art. 43 *“Alleggerimento e semplificazione delle procedure, riduzione dei costi ed altre misure”*.
- Decreto Ministero Infrastrutture e Trasporti 26 giugno 2014 – *“Norme tecniche per la progettazione e la costruzione degli sbarramenti di ritenuta (dighe e traverse) (NTD).”*

4 - Aspetti normativi specifici per le dighe

Le verifiche di sicurezza sismica verranno eseguite con riferimento alla normativa per tutte le costruzioni in genere [NTC 2018], ma anche alle norme che riguardano in modo specifico gli sbarramenti di ritenuta [NTD 2014].

Vengono nel seguito precisati i seguenti aspetti particolari che verranno approfonditi nei paragrafi successivi.

a - **Tipo di diga:** *“B - Dighe rilevanti per le conseguenze di un eventuale collasso”* (vedi [NTD 2014] § C.7.7.2).

b - **Vita nominale:** vedi [NTD 2014] § H.3.4.1.

c - **Situazioni di verifiche in presenza di sisma:** (1) a serbatoio pieno (con livello alla quota massima di regolazione e (2) a serbatoio vuoto (vedi [NTD 2014] § C.8 e C.7.7.3).

d - **Forze da considerare:** peso proprio, spinta idrostatica, sottospinta, spinta dovuta all'interrimento, azione sismica con relativo incremento inerziale dell'acqua (vedi [NTD 2014] § C.7).

e - **Composizione azioni sismiche:** va adottata la specifica prescrizione della normativa [NTD 2014] - § C.8 punto (d).

f - **Localizzazione delle verifiche allo scorrimento:** piani a varie quote nel corpo diga, piano di fondazione, eventuali piani di stratificazione o di faglia in fondazione (vedi [NTD 2014] § D.2.2.1).

g - **Criterio di rivalutazione sismica per Opere Accessorie e Complementari:** va individuato quali di queste opere sono 'componenti critici' dello sbarramento e 'in particolare è da valutare se il mancato funzionamento, il danneggiamento o la rottura di essi può portare alla perdita di controllo dell'invaso o di funzionalità del serbatoio' (vedi [NTD 2014] § H.4.1).

h - **Normativa attuale:** per opere esistenti, progettate in accordo con norme tecniche previgenti, *“dovranno essere accertate ed esaminate le difformità costruttive rispetto alle presenti norme per le dighe di nuova costruzione”* (vedi [NTD 2014] § H.3.3).

i - **Miglioramento sismico:** l'obbligo di procedere a interventi migliorativi si pone quando le analisi per valutare la sicurezza sismica *“lascino prevedere il raggiungimento di uno SLU (SLV/SLC)”* - (vedi [NTD 2014] § H.2.2).

5 - Requisiti tecnici e contenuti dello studio

L'obiettivo generale dell'azione di riqualificazione sismica deve comprendere i seguenti aspetti:

- a- verifica della stabilità dello sbarramento, inteso come complesso della diga e delle annesse opere di scarico, e della compatibilità delle deformazioni indotte dall'evento sismico, sia nei riguardi del buon

contenimento dell'invaso (cedimenti del coronamento), sia nei riguardi di porzioni della struttura fra loro adiacenti, ma differenziate per caratteristiche geometriche (cedimenti differenziali fra zone ad altezza diversa), o per rigidità dei materiali interessati (cedimenti differenziali fra zone di materiali diversi o al contatto fra le opere murarie);

- b- verifica di stabilità delle opere di scarico;
- c- verifica di stabilità delle opere accessorie;
- d- verifica della stabilità delle sponde del serbatoio, ove sussistano situazioni di potenziali dissesti, sia per l'acclività delle sponde, sia per alterazione o dissesto dei terreni interessati;
- e- analisi delle possibilità di eventuale "adeguamento sismico", nel caso in cui le verifiche sismiche della stabilità abbiano avuto esito negativo.

Inoltre, per rispondere compiutamente alle prescrizioni della normativa vigente lo studio dovrà essere articolato come segue.

1. Parte generale: questa parte è intesa a fornire tutti gli elementi per identificare e caratterizzare l'impianto interessato e per indicare l'oggetto e le finalità dello Studio. In particolare gli argomenti da trattare saranno i seguenti.
 - dati d'identificazione dell'impianto, con le principali caratteristiche;
 - oggetto e finalità dello studio, con riferimento alla normativa vigente, ai previsti intenti della stessa e alle oggettive condizioni delle opere costituenti l'impianto;
 - riferimenti alla normativa vigente;
 - caratteristiche dello sbarramento, come complesso di diga e opere di scarico, del serbatoio e relative sponde, e delle opere accessorie significative per il buon funzionamento di tutto l'impianto;
 - esame dello stato di conservazione delle opere da verificare.
2. Parte conoscitiva: questa parte è finalizzata alla descrizione e commento delle caratteristiche essenziali di tutte le opere interessate dalle verifiche sismiche, come risultanti sia dalla Documentazione in possesso del Gestore, sia dai risultati delle indagini programmate. Dovranno essere trattati esaurientemente i seguenti aspetti:
 - caratterizzazione di tutte le opere d'interesse, sia per quanto riguarda le proprietà geometriche e strutturali, sia gli aspetti geologici e geotecnici delle relative fondazioni;
 - stato di conservazione delle opere stesse.
3. Quadro geologico: sulla base dell'analisi della documentazione esistente dovrà valutarsi la necessità di redigere un nuovo Studio Geologico o integrare l'esistente, al fine di definire il modello geologico di riferimento. Esso dovrà comunque interessare tutti i terreni dell'imposta diga, sia sul fondo valle che sulle sponde, e comprendere la ricostruzione della situazione litologica, stratigrafica, strutturale e sismotettonica di tutta la zona di imposta.
4. Caratterizzazione strutturale e geotecnica delle opere: sulla base dei dati acquisiti dalla documentazione esistente e dei risultati ottenuti con le nuove indagini programmate, anche per queste opere verranno definiti tutti i dati necessari per la corretta modellazione di calcolo, per le specifiche verifiche che saranno previste secondo la importanza della singola opera nel complesso generale dello sbarramento.
5. Caratterizzazione morfologica e geotecnica delle sponde del serbatoio: le sponde del serbatoio dovranno essere esaminate attentamente, al fine di accertare l'eventuale presenza di zone di dissesto in atto o potenziale. In base alle risultanze di tale esame dovrà essere fornita una dettagliata descrizione delle sponde stesse e del loro stato di sicurezza. Nel caso risultino individuate zone di dissesto, verranno caratterizzate sia per l'aspetto morfologico che per quello geotecnico, in base alle risultanze delle indagini allo scopo previste.
6. Definizione dell'azione sismica, in relazione ai siti interessati e alle caratteristiche delle opere in esame, in termini di parametri di pericolosità sismica di base e conseguentemente in termini di coefficienti sismici, di spettri di risposta e di accelerogrammi.
7. Esecuzione delle verifiche di stabilità, in tutte le condizioni degli Stati Limite significativi per il tipo di opera considerata.
8. Parere motivato sull'accettabilità dei risultati ottenuti.

9. Esame delle possibilità di adeguamento sismico, per le principali opere che abbiano denunciato un grado di stabilità non soddisfacente o cedimenti non compatibili con il buon comportamento dell'opera.

Rimandando agli articoli successive per maggiori specifiche, si riportano nel seguito alcune disposizioni comuni:

- preliminarmente alla valutazione di sicurezza è necessario esaminare il comportamento dello sbarramento durante l'esercizio, per evidenziare eventuali insufficienze originarie legate a carenze progettuali o realizzative, o criticità successivamente intervenute;
- in particolare, anche attraverso l'esame della documentazione disponibile, occorre:
 - controllare il comportamento dell'opera mediante l'esame della serie storica dei dati di monitoraggio;
 - considerare i vari aspetti riguardanti la sicurezza (interrimento, opere di scarico, casa di guardia, potenziali situazioni critiche delle sponde, altre opere rilevanti);
 - porre particolare attenzione all'esame della risposta della diga agli eventi sismici avvenuti durante l'esercizio;
- l'esame del comportamento rilevato con il monitoraggio è necessario anche per la calibrazione dei modelli di calcolo. Nel caso in cui i dati strumentali siano di scarsa qualità o poco rappresentativi, e conseguentemente non fosse possibile effettuare una calibrazione attendibile del modello di calcolo, sarà necessario adottare ulteriori margini di sicurezza nelle verifiche. Si potranno, ad esempio, utilizzare fattori di confidenza più gravosi per le resistenze dei materiali;
- le verifiche devono essere effettuate mediante analisi progressive, a complessità crescente, che illustrino dettagliatamente anche i risultati di modelli più semplici e che esaminino, da un punto di vista ingegneristico oltre che numerico, l'attendibilità e le conseguenze della complessità via via introdotte nel calcolo;
- il giudizio conclusivo sullo studio eseguito deve essere formulato tenendo conto di tutte le analisi effettuate, anche attraverso il confronto con i risultati di analisi semplificate;
- se le verifiche non consentono di esprimere un giudizio positivo per la sicurezza, nelle more degli approfondimenti richiesti e della definizione dei conseguenti interventi, dovrà essere valutata l'opportunità di definire un livello di invaso ritenuto di assoluta sicurezza per evitare rilasci incontrollati, anche a seguito di meccanismi di collasso che potrebbero instaurarsi anche in caso di sisma;
- i dati di ingresso, le ipotesi formulate ed i risultati devono essere esposti in maniera esauriente, chiara, leggibile e comprensibile, sia nel testo, sia nelle tabelle e negli elaborati grafici. Nella relazione illustrativa deve essere esposto un giudizio ingegneristico motivato di accettabilità dei risultati.

6 - Indagini conoscitive

Per il caso in esame, il corpo diga, le opere accessorie e quelle di scarico sono da inquadrarsi come costruzioni esistenti ai sensi del Cap. 8 del DM 17/01/2018. Per la valutazione della sicurezza sismica delle stesse è necessario conseguire un livello di conoscenza adeguato sia rispetto alla geometria e ai dettagli costruttivi, sia rispetto alle caratteristiche meccaniche dei materiali.

Per quanto definito al §8.2 del DM 2018, la valutazione della sicurezza delle opere esistenti deve tenere conto dei seguenti aspetti:

- la costruzione riflette lo stato delle conoscenze al tempo della sua realizzazione;
- possono essere insiti e non palesi difetti di impostazione e di realizzazione;
- la costruzione può essere stata soggetta ad azioni, anche eccezionali, i cui effetti non siano completamente manifesti;
- le strutture possono presentare degrado e/o modificazioni significative rispetto alla situazione originaria.

Nella definizione dei modelli strutturali, si dovrà, inoltre, tenere conto che:

- la geometria e i dettagli costruttivi sono definiti e la loro conoscenza dipende solo dalla documentazione disponibile e dal livello di approfondimento delle indagini conoscitive;

- la conoscenza delle proprietà meccaniche dei materiali non risente delle incertezze legate alla produzione e posa in opera ma solo della omogeneità dei materiali stessi all'interno della costruzione, del livello di approfondimento delle indagini conoscitive e dell'affidabilità delle stesse;
- i carichi permanenti sono definiti e la loro conoscenza dipende dal livello di approfondimento delle indagini conoscitive.

Si dovrà prevedere l'impiego di metodi di analisi e di verifica dipendenti dalla completezza e dall'affidabilità dell'informazione disponibile e l'uso, nelle verifiche di sicurezza, di adeguati "fattori di confidenza", che modificano i parametri di capacità in funzione del livello di conoscenza relativo a geometria, dettagli costruttivi e materiali.

Deve altresì specificarsi che i contenuti del Cap.8 delle NTC 2018 costituiscono un riferimento generale che può essere integrato, in casi particolari, da valutazioni specifiche ed anche alternative da parte del progettista, comunque basati su criteri e metodi di comprovata validità.

Come indicato al §8.5 del DM 2018, nelle costruzioni esistenti le situazioni concretamente riscontrabili sono le più diverse ed è quindi impossibile prevedere regole specifiche per tutti i casi.

Di conseguenza, il modello per la valutazione della sicurezza dovrà essere definito e giustificato dal Progettista, caso per caso, in relazione al comportamento strutturale attendibile della costruzione. Per una corretta identificazione dell'organismo strutturale il DM 2018 suggerisce una strategia di indagine volta alla progressiva acquisizione di informazioni tecniche e storiche dell'opera. Nell'ordine la norma individua le seguenti fasi: Analisi storico critica, Rilievo e Caratterizzazione meccanica dei materiali, finalizzate al conseguimento del Livello di Conoscenza.

Analisi storico critica

Al §8.5.1 la norma (DM 2018) stabilisce che ai fini di una corretta individuazione del sistema strutturale esistente e del suo stato di sollecitazione è importante ricostruire il processo di realizzazione e le successive modificazioni subite nel tempo dal manufatto, nonché gli eventi che lo hanno interessato. Di particolare importanza è il reperimento degli elaborati progettuali originali.

Le indagini storiche, con particolare riferimento alle norme che hanno regolato la costruzione, forniscono un sussidio complementare qualora gli elaborati progettuali risultassero parzialmente disponibili, incompleti o difformi. Sulla base dei dati raccolti nella fase di ricerca storica, si possono trarre conclusioni di tipo operativo per la modellazione meccanica globale.

Rilievo

Al §8.5.2 la norma (DM 2018) specifica che il rilievo geometrico-strutturale dovrà essere riferito sia alla geometria complessiva dell'organismo che a quella degli elementi costruttivi, comprendendo i rapporti con le eventuali strutture in aderenza. Nel rilievo dovranno essere rappresentate le modificazioni intervenute nel tempo, come desunte all'analisi storico-critica. Il rilievo deve individuare l'organismo resistente della costruzione, tenendo anche presente la qualità e lo stato di conservazione dei materiali e degli elementi costitutivi. Dovranno altresì essere rilevati i dissesti, in atto o stabilizzati, ponendo particolare attenzione all'individuazione dei quadri fessurativi e dei meccanismi di danno. Anche al §8.5.2 della circolare 617/2009 si specifica che un passo fondamentale nell'acquisizione dei dati necessari a mettere a punto un modello di calcolo accurato di una costruzione esistente è costituito dalle operazioni di rilievo della geometria strutturale. Il rilievo si compone di un insieme di procedure relazionate e mirate alla conoscenza della geometria esterna delle strutture e dei dettagli costruttivi. Questi ultimi possono essere occultati alla vista (ad esempio disposizione delle armature nelle strutture in c.a.) e possono richiedere rilievi a campione e valutazioni estensive per analogia.

Caratterizzazione meccanica dei materiali

Al §8.5.3 è stabilito che il piano delle indagini fa comunque parte sia della fase diagnostica che del progetto vero e proprio, e dovrà essere predisposto nell'ambito di un quadro generale volto a mostrare le motivazioni e gli obiettivi delle indagini stesse.

Le indagini dovranno essere attendibili ed in numero statisticamente significativo. Un aiuto, non esaustivo, ai fini della definizione delle resistenze dei materiali può ricavarsi dalle norme dell'epoca della costruzione.

La norma è prevalentemente indirizzata a fornire indicazioni su edifici e per questi fornisce riferimenti sul quantitativo di indagini da eseguire sui materiali. Nel caso di opere diverse è opportuno di volta in volta stabilire un programma di indagini congruo soprattutto in riferimento alle dimensioni volumetriche strutturali dell'opera.

Livelli di conoscenza e fattori di confidenza

Il DM 2018 stabilisce al §8.5.4 che sulla base degli approfondimenti effettuati nelle fasi conoscitive sopra riportate, saranno individuati i "livelli di conoscenza" dei diversi parametri coinvolti nel modello (geometria, dettagli costruttivi e materiali), e definiti i correlati fattori di confidenza, da utilizzare come ulteriori coefficienti parziali di sicurezza che tengono conto delle carenze nella conoscenza dei parametri del modello. Una guida alla stima dei fattori di confidenza da utilizzare, in relazione ai livelli di conoscenza raggiunti, è fornita nella Appendice C8A della Circolare 617/2009.

7 - Indicazioni specifiche concernenti l'acquisizione dei dati per la valutazione della sicurezza delle opere accessorie e di scarico in c.a.

Così come indicato al §C.8.A.1.B le fonti da considerare per l'acquisizione dei dati necessari sono:

- documenti di progetto con particolare riferimento a relazioni geologiche, geotecniche e strutturali ed elaborati grafici strutturali;
- eventuale documentazione acquisita in tempi successivi alla costruzione;
- rilievo strutturale geometrico e dei dettagli esecutivi;
- prove in-situ e in laboratorio.

In generale saranno acquisiti dati sugli aspetti seguenti:

- identificazione dell'organismo strutturale e verifica del rispetto dei criteri di regolarità indicati al § 7.2.2 delle NTC, sulla base dei disegni originali di progetto opportunamente verificati con indagini in-situ, oppure con un rilievo ex-novo;
- identificazione delle strutture di fondazione;
- identificazione delle categorie di suolo secondo quanto indicato al § 3.2.2 delle NTC;
- informazione sulle dimensioni geometriche degli elementi strutturali, dei quantitativi delle armature, delle proprietà meccaniche dei materiali, dei collegamenti;
- informazioni su possibili difetti locali dei materiali;
- informazioni su possibili difetti nei particolari costruttivi (dettagli delle armature, eccentricità travipilastro, eccentricità pilastro-pilastro, collegamenti trave-colonna e colonna-fondazione, etc.);
- informazioni sulle norme impiegate nel progetto originale incluso il valore delle eventuali azioni sismiche di progetto;
- informazione sulla natura e l'entità di eventuali danni subiti in precedenza e sulle riparazioni effettuate.

Il numero delle prove e la localizzazione dovrà essere tale da pervenire ad un livello di conoscenza di **LC3: Conoscenza accurata**, e pertanto:

Geometria: la geometria della struttura è nota o in base a un rilievo o dai disegni originali. In quest'ultimo caso è effettuato un rilievo visivo a campione per verificare l'effettiva corrispondenza del costruito ai disegni. I dati raccolti sulle dimensioni degli elementi strutturali, insieme a quelli riguardanti i dettagli strutturali, saranno tali da consentire la messa a punto di un modello strutturale idoneo ad un'analisi lineare o non lineare. Ulteriori specifiche per le strutture in c.a. e acciaio sono fornite al §C8A.1.B.5 e §C8A.1.B.6 della Circolare 617/2009.

Dettagli costruttivi: i dettagli sono noti o da un'esaustiva verifica in-situ oppure dai disegni costruttivi originali. In quest'ultimo caso è effettuata una limitata verifica in-situ delle armature e dei collegamenti presenti negli elementi più importanti. I dati raccolti saranno tali da consentire, nel caso si esegua un'analisi lineare, verifiche locali di resistenza, oppure la messa a punto di un modello strutturale non lineare.

Proprietà dei materiali: informazioni sulle caratteristiche meccaniche dei materiali sono disponibili in base ai disegni costruttivi o ai certificati originali, o da esaustive verifiche in-situ. Nel primo caso sono anche eseguite estese prove in-situ; se i valori ottenuti dalle prove in-situ sono minori di quelli disponibili dai disegni o dai certificati originali, sono eseguite esaustive prove in-situ. I dati raccolti saranno tali da consentire, nel caso si esegua un'analisi lineare, verifiche locali di resistenza, oppure la messa a punto di un modello strutturale non lineare.

La valutazione della sicurezza nel caso di conoscenza accurata verrà eseguita mediante metodi di analisi lineare o non lineare, statici o dinamici.

La norma (DM 2018) fornisce le seguenti definizioni finalizzate all'individuazione della geometria, dei dettagli costruttivi e delle proprietà dei materiali.

Geometria (carpenterie)

Disegni originali di carpenteria: descrivono la geometria della struttura, gli elementi strutturali e le loro dimensioni, e permettono di individuare l'organismo strutturale resistente alle azioni orizzontali e verticali.

Disegni costruttivi o esecutivi: descrivono la geometria della struttura, gli elementi strutturali e le loro dimensioni, e permettono di individuare l'organismo strutturale resistente alle azioni orizzontali e verticali. In aggiunta essi contengono la descrizione della quantità, disposizione e dettagli costruttivi di tutte le armature, nonché le caratteristiche nominali dei materiali usati.

Rilievo visivo: serve a controllare la corrispondenza tra l'effettiva geometria della struttura e i disegni originali di carpenteria disponibili. Comprende il rilievo a campione della geometria di alcuni elementi. Nel caso di modifiche non documentate intervenute durante o dopo la costruzione, sarà eseguito un rilievo completo descritto al punto seguente.

Rilievo completo: serve a produrre disegni completi di carpenteria nel caso in cui quelli originali siano mancanti o si sia riscontrata una non corrispondenza tra questi ultimi e l'effettiva geometria della struttura. I disegni prodotti dovranno descrivere la geometria della struttura, gli elementi strutturali e le loro dimensioni, e permettere di individuare l'organismo strutturale resistente alle azioni orizzontali e verticali con lo stesso grado di dettaglio proprio di disegni originali.

Dettagli costruttivi

Progetto simulato: serve, in mancanza dei disegni costruttivi originali, a definire la quantità e la disposizione dell'armatura in tutti gli elementi con funzione strutturale o le caratteristiche dei collegamenti. E' eseguito sulla base delle norme tecniche in vigore e della pratica costruttiva caratteristica all'epoca della costruzione.

Verifiche in-situ limitate: servono per verificare la corrispondenza tra le armature o le caratteristiche dei collegamenti effettivamente presenti e quelle riportate nei disegni costruttivi, oppure ottenute mediante il progetto simulato.

Verifiche in-situ estese: servono quando non sono disponibili i disegni costruttivi originali come alternativa al progetto simulato seguito da verifiche limitate, oppure quando i disegni costruttivi originali sono incompleti.

Verifiche in-situ esaustive: servono quando non sono disponibili i disegni costruttivi originali e si desidera un livello di conoscenza accurata (LC3).

Proprietà dei materiali

Calcestruzzo: la misura delle caratteristiche meccaniche si ottiene mediante estrazione di campioni ed esecuzione di prove di compressione fino a rottura.

Acciaio: la misura delle caratteristiche meccaniche si ottiene mediante estrazione di campioni ed esecuzione di prove a trazione fino a rottura con determinazione della resistenza a snervamento e della resistenza e deformazione ultima, salvo nel caso in cui siano disponibili certificati di prova di entità conforme a quanto richiesto per le nuove costruzioni, nella normativa dell'epoca.

Unioni di elementi in acciaio: la misura delle caratteristiche meccaniche si ottiene mediante estrazione di campioni ed esecuzione di prove a trazione fino a rottura con determinazione della resistenza a snervamento e della resistenza e deformazione ultima.

Metodi di prova non distruttivi: Sono ammessi metodi di indagine non distruttiva di documentata affidabilità, che non possono essere impiegati in completa sostituzione di quelli sopra descritti, ma sono consigliati a loro integrazione, purché i risultati siano tarati su quelli ottenuti con prove distruttive. Nel caso del calcestruzzo, è importante adottare metodi di prova che limitino l'influenza della carbonatazione degli strati superficiali sui valori di resistenza.

Prove in-situ limitate: servono a completare le informazioni sulle proprietà dei materiali ottenute o dalle normative in vigore all'epoca della costruzione, o dalle caratteristiche nominali riportate sui disegni costruttivi, o da certificati originali di prova.

Prove in-situ estese: servono per ottenere informazioni in mancanza sia dei disegni costruttivi, che dei certificati originali di prova, oppure quando i valori ottenuti dalle prove limitate risultano inferiori a quelli riportati nei disegni o certificati originali.

Prove in-situ esaustive: servono per ottenere informazioni in mancanza sia dei disegni costruttivi, che dei certificati originali di prova, oppure quando i valori ottenuti dalle prove limitate risultano inferiori a quelli riportati nei disegni o certificati originali, e si desidera un livello di conoscenza accurata (LC3).

8 - Approfondimento geologico e geotecnico ai fini della caratterizzazione dei materiali delle opere e delle fondazioni

Non è generalmente sufficiente una caratterizzazione basata unicamente sugli atti di progetto e/o di collaudo. E' preferibile effettuare campagne di indagine integrative, programmate con specifico riferimento alle valutazioni oggetto di studio e proporzionate all'importanza della diga. Le indagini dovranno consentire la caratterizzazione delle grandezze necessarie per le successive valutazioni, in funzione delle specifiche procedure adottate per le valutazioni stesse.

In presenza di parametri fisico-meccanici di incerta caratterizzazione sperimentale (ad es., la resistenza per attrito delle interfacce), è necessario individuare un intervallo di valori che il parametro può assumere. I limiti di detto intervallo possono essere stabiliti con riferimento ad indicazioni di letteratura. Dovranno quindi essere effettuate analisi parametriche per valutare l'importanza dei singoli fattori sui risultati (vedi NTD D.1.3. – Analisi sismiche “*per tenere conto, in modo cautelativo, della incertezza nella determinazione dei parametri del modello*”).

Nel caso di dighe di importanza modesta in zone a bassa sismicità, per le quali sussistono ampi margini per la sicurezza in condizioni sismiche, è possibile ridurre l'onere collegato alle indagini, purché si adottino ulteriori margini di sicurezza nelle verifiche. Come già anticipato, si potranno ad esempio ridurre i parametri di resistenza dei materiali con opportuni fattori di confidenza.

Le fondazioni dovranno essere correttamente ed approfonditamente indagate, fornendo una caratterizzazione geotecnica. Per le dighe fondate su ammassi rocciosi, assume importanza fondamentale lo studio geomeccanico con l'individuazione e caratterizzazione delle discontinuità. In particolare per le dighe ad arco dovranno essere indagate le spalle dello sbarramento al fine di individuare eventuali cunei *potenzialmente instabili*.

Si raccomanda di utilizzare metodi di analisi statistica per attribuire una distribuzione di probabilità al valore di ciascun parametro di resistenza o deformabilità.

I fattori di confidenza, eventualmente utilizzati per ridurre le resistenze dei materiali, saranno stabiliti dal progettista, che dovrà fornirne espressa motivazione. Ad esempio, un fattore di confidenza definito attraverso il test *t-student* potrà essere applicato alla media campionaria di un dato parametro per tenere conto della significatività del campione. Si suggerisce in tal caso di adottare un livello di confidenza almeno pari al 95%.

In particolare, nel caso di dighe in materiali sciolti, la caratterizzazione dei materiali **in campo dinamico** deve essere effettuata con specifiche prove in situ o in laboratorio; nel caso di forti deformazioni angolari indotte da sismi di intensità elevata, devono essere effettuate prove che consentono di determinare le variazioni volumetriche e l'aumento delle pressioni interstiziali durante i carichi ciclici, nonché l'eventuale decadimento della resistenza al crescere delle deformazioni.

In mancanza di prove, o nell'impossibilità di effettuarle per terre a granulometria grossolana, occorre considerare l'influenza della possibile variazione dei parametri di maggiore importanza.

I terreni considerati nel modello (diga e fondazione) devono essere caratterizzati nei riguardi delle deformazioni volumetriche: se risultano avere comportamento contraente, occorre definire l'entità delle sovrappressioni interstiziali che possono manifestarsi in funzione del numero dei cicli e dell'intensità della deformazioni; se il comportamento è dilatante, occorre considerare la possibile riduzione della resistenza verso valori residui.

E' necessario effettuare verifiche a liquefazione per tutti i materiali della diga o della fondazione con caratteristiche granulometriche critiche, specie in presenza di modeste caratteristiche meccaniche.

La verifica all'erosione interna deve prevedere almeno la verifica dell'esistenza dei filtri e della loro validità a livello progettuale.

9 - Piano di indagini

9.1 - Strutture in c.a.

Oltre alle attività di rilievo si dovrà procedere alla caratterizzazione delle proprietà meccaniche dei materiali mediante le più comuni tipologie di prove distruttive e non distruttive. Tali prove sono sostanzialmente finalizzate alla determinazione della resistenza a compressione del calcestruzzo in sito, della resistenza a trazione dell'acciaio da cemento armato e da carpenteria, della resistenza a compressione della muratura.

Dovrà pertanto essere progettato specifico piano di indagini che dovrà tenere conto delle dimensioni delle opere e della ripetitività o variabilità degli elementi strutturali.

La percentuale degli elementi da verificare ed il numero di provini da estrarre e sottoporre a prove di resistenza vanno adattati ai singoli casi, tenendo conto dei seguenti aspetti:

(a) nel controllo del raggiungimento delle percentuali di elementi indagati ai fini del rilievo dei dettagli costruttivi si dovrà tenere conto delle eventuali situazioni ripetitive, che consentano di estendere ad una più ampia percentuale i controlli effettuati su alcuni elementi strutturali facenti parte di una serie con evidenti caratteristiche di ripetibilità, per uguale geometria e ruolo nello schema strutturale;

(b) le prove sugli acciai sono finalizzate all'identificazione della classe dell'acciaio utilizzata con riferimento alla normativa vigente all'epoca di costruzione; ai fini del raggiungimento del numero di prove sull'acciaio necessario per il livello di conoscenza è opportuno tenere conto dei diametri (nelle strutture in c.a.) o dei profili (nelle strutture in acciaio) di più diffuso impiego negli elementi principali con esclusione delle staffe;

(c) ai fini delle prove sui materiali è consentito sostituire alcune prove distruttive, non più del 50%, con un più ampio numero, almeno il triplo, di prove non distruttive, singole o combinate, tarate su quelle distruttive.

(d) il numero di provini può esser variato, in aumento o in diminuzione, in relazione alle caratteristiche di omogeneità del materiale; nel caso del calcestruzzo in opera tali caratteristiche sono spesso legate alle modalità costruttive tipiche dell'epoca di costruzione e del tipo di manufatto, di cui occorrerà tenere conto nel pianificare l'indagine; sarà opportuno, in tal senso, prevedere l'effettuazione di una seconda campagna di prove integrative, nel caso in cui i risultati della prima risultino fortemente disomogenei.

Il piano delle indagini potrà essere sottoposto da parte della Stazione Appaltante all'Organo di Vigilanza per la necessaria autorizzazione preventiva. In ogni caso i tempi necessari non verranno computati ai fini della durata contrattuale.

Per quanto riguarda le indagini di tipo strutturale, si elencano di seguito alcune tipologie di prove che dovranno essere previste sui manufatti, fermo restando la possibilità di programmare ulteriori prove necessarie per il raggiungimento del livello di conoscenza richiesta.

Prove distruttive

La caratterizzazione delle proprietà meccaniche dei materiali sarà principalmente basata su prove meccaniche invasive generalmente classificate come distruttive. Di seguito si illustrano le tipologie di prove di cui si propone l'utilizzo per la determinazione della resistenza a compressione del calcestruzzo in sito, della resistenza a trazione dell'acciaio da cemento armato e da carpenteria, della resistenza a compressione della muratura.

Quando le prove sono programmate su campioni da prelevare in sito, occorre porre attenzione a che i prelievi siano eseguiti nelle zone di minor sollecitazione degli elementi strutturali interessati. Il tecnico dovrà valutare, ad esempio nel caso della casa di guardia, sotto la sua responsabilità, l'opportunità di ricorrere al puntellamento fin quando i danni prodotti dal prelievo non saranno ripristinati.

Carotaggio e prova di compressione monoassiale

La valutazione della resistenza del calcestruzzo in opera si basa comunemente sulla determinazione della resistenza a compressione mediante una prova di compressione monoassiale eseguita in laboratorio su provini cilindrici estratti da elementi strutturali di edifici e manufatti in genere esistenti. Per quanto riguarda le procedure per l'estrazione, la lavorazione dei campioni estratti per ottenere i provini e le relative modalità di prova a compressione si può fare riferimento alle norme UNI EN 12504-1:2009 "*Prelievo sul calcestruzzo nelle strutture – Carote – Prelievo, esame e prova di compressione*". L'operazione di carotaggio dovrà essere prevista in modo tale da minimizzare l'influenza del carotaggio stesso sui risultati della prova di compressione. I risultati delle prove devono essere riportati in rapporti di prova emessi da laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001. Noto il risultato delle prove di compressione, la restituzione della resistenza cubica e cilindrica del calcestruzzo in opera avviene mediante il ricorso a correlazioni di letteratura di comprovata validità; i risultati delle prove di compressione sulle carote saranno corretti tenendo conto dell'influenza della geometria del campione e di tutti i fattori perturbativi che caratterizzano il prelievo. Noti i valori medi delle resistenze in sito, i valori caratteristici delle resistenze cubiche e cilindriche si possono dedurre dalle correlazioni proposte al paragrafo 11.2.10.1 delle vigenti NTC08 e ss.mm.ii.. Gli altri parametri costitutivi del calcestruzzo possono dedursi dalle correlazioni proposte dalle stesse NTC08 e s.m.i. ai paragrafi 11.2.10.2 e 11.2.10.3. In esito alle prove di compressione il tecnico dovrà produrre una relazione con il procedimento adottato per la determinazione della resistenza in opera, le formule di correlazione adottate e i relativi riferimenti bibliografici. Alla relazione dovrà essere allegata la documentazione fotografica relativa a ogni carota appena estratta e a ogni prova di compressione.

Prova di carbonatazione

La prova di carbonatazione è finalizzata alla determinazione dello spessore carbonatato di calcestruzzo sulle carote appena estratte. Si può fare riferimento alle norme UNI 9944 "*Corrosione protezione dell'armatura del calcestruzzo*". I risultati della prova devono essere rappresentati in forma tabellare e contenere l'indicazione dell'elemento strutturale oggetto di prelievo, della posizione di prelievo del campione, della sigla identificativa del campione e degli spessori di calcestruzzo carbonatato misurati a partire dalle due estremità della carota. Le ubicazioni delle aree di prova dovranno essere chiaramente indicati su piante, sezioni e prospetti in scala 1:100. L'indagine dovrà essere documentata da immagini fotografiche di ogni campione con particolare riferimento ai momenti prima e dopo l'esecuzione della prova.

Prove sull'acciaio per cemento armato

Salvo nel caso in cui siano disponibili certificati di prova di entità conforme a quanto richiesto per le nuove costruzioni nella normativa dell'epoca di edificazione del fabbricato in esame, l'identificazione della classe dell'acciaio in un edificio e/o manufatto esistente si ottiene mediante estrazione di campioni di armatura su cui eseguire prove di trazione fino a rottura con determinazione della resistenza a snervamento e dell'allungamento a rottura. Per l'esecuzione della prova di trazione si può far riferimento alle NTC08 e s.m.i. e alla norma UNI EN ISO 6892-1:2009 "*Materiali metallici – prova di trazione*". Per tutti gli spezzoni di armatura testati deve essere prodotto un rapporto ufficiale di prova emesso da laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001. Le ubicazioni degli elementi strutturali oggetto di prelievo e le posizioni dei campioni prelevati dovranno essere chiaramente indicati su piante e sezioni e/o prospetti (in caso di edifici) in scala 1:100. Alla relazione dovrà essere allegata la documentazione fotografica relativa a tutte le fasi di prova.

Prove non distruttive

Nella determinazione delle proprietà meccaniche dei materiali, dovranno essere effettuate estese indagini non distruttive che, non possono essere impiegate in completa sostituzione dei metodi distruttivi, ma solo a loro integrazione, purché i risultati siano tarati su quelli ottenuti dalle prove distruttive.

Prova sclerometrica

L'indagine sclerometrica, è finalizzata alla valutazione della durezza superficiale del calcestruzzo e può essere utilizzato per valutarne l'omogeneità in sito, per stimare le variazioni nel tempo delle proprietà meccaniche e per individuare zone di degrado del calcestruzzo. La resistenza del calcestruzzo può essere valutata in funzione dell'indice di rimbalzo utilizzando il diagramma fornito dal costruttore dello strumento. La normativa di riferimento per le prove sclerometriche è la UNI EN 12504-2:2012 "*Prove sul calcestruzzo nelle strutture - Prove non distruttive - Determinazione dell'indice sclerometrico*". Il report delle prove sclerometriche deve contenere una chiara indicazione delle aree di indagine su piante, sezioni e prospetti strutturali in scala 1:100. Per ciascuna area indagata devono essere riportati in forma tabellare l'eventuale codice identificativo dell'area di prova, l'elemento strutturale oggetto di prova, gli indici di rimbalzo di tutte le battute, il valore dell'indice di rimbalzo medio, la posizione dello strumento (verticale, orizzontale, inclinato) e la resistenza stimata del calcestruzzo. Dovrà essere, inoltre, allegata la documentazione fotografica relativa alla prova su DVD.

Prova sonica

Nel caso del conglomerato cementizio il metodo ultrasonico è utilizzato per valutare l'omogeneità in situ e stimare la resistenza degli elementi strutturali. Oltre che per la stima della resistenza meccanica del calcestruzzo, le prove ultrasoniche consentono di rilevare:

- il grado di omogeneità del materiale;
- la presenza di vuoti, lesioni o discontinuità delle strutture;
- i difetti di getto;
- le eventuali variazioni delle proprietà nel tempo causate dalla storia dell'elemento (manutenzione, sollecitazioni, degrado, ecc.).

La normativa di riferimento per le prove ultrasoniche è la UNI EN 12504-4:2005 "*Prove sul calcestruzzo nelle strutture - Parte 4: Determinazione della velocità di propagazione degli impulsi ultrasonici*". In esito alle prove soniche il tecnico deve produrre una relazione contenente una chiara indicazione delle aree di indagine su piante, sezioni e prospetti strutturali in scala 1:100. Per ciascuna area indagata devono essere riportati in forma tabellare l'eventuale codice identificativo dell'area di prova, l'elemento strutturale oggetto di prova, le velocità misurate e la resistenza stimata del calcestruzzo. Dovrà essere, inoltre, allegata la documentazione fotografica relativa alla prova su DVD.

Metodo sonreb

Il metodo Sonreb consiste nella combinazione dei risultati dell'indagine ultrasonica e sclerometrica con l'obiettivo di ottenere risultati più attendibili sulla stima della resistenza a compressione del calcestruzzo. Il metodo consente di superare gli errori che si ottengono utilizzando separatamente il metodo sclerometrico, che è un metodo di indagine superficiale, e il metodo ultrasonico, che invece è un metodo di indagine volumetrico. In pratica la combinazione delle due tecniche di indagine permette di correlare la resistenza meccanica misurata in superficie (prova sclerometrica) con la tessitura strutturale in profondità (trasmissione ultrasuoni), coinvolgendo in definitiva l'intero corpo della struttura indagata. Per il report dei risultati si può far riferimento a quanto richiesto separatamente per le singole prove ma, in aggiunta deve essere indicata, per ogni area di indagine la resistenza stimata del calcestruzzo ottenuta combinando i risultati dei due metodi mediante formule di letteratura, di comprovata validità, di cui si dovrà indicare il riferimento bibliografico.

Prova pacometrica

La prova pacometrica è finalizzata al rilievo delle armature su manufatti per i quali non è nota la disposizione delle armature e consente di conoscere la loro effettiva posizione e il loro numero, senza danneggiare la struttura in esame. L'utilizzo del pacometro, come strumento di prova non distruttivo, è regolato dalle norme BS 1881- 204:1988 "*Testing concrete. Recommendations on the use of electromagnetic covermeters*".

Prova termografica

L'analisi termografica deve essere condotta in modo esteso al fine di individuare la presenza di strutture, modificazioni della stessa, giunti sismici o comunque elementi non visibili ad occhio nudo. La relazione finale dell'indagine termografica deve contenere una pianta in scala 1:100 con l'indicazione delle pareti murarie oggetto di indagine. Per ciascuna di esse dovranno essere riportate le immagini termografiche, in scala opportuna, con una legenda che associ ad ogni colore il corrispondente intervallo di temperatura. I risultati dovranno essere forniti anche in formato DWG. La relazione, inoltre, dovrà contenere una descrizione dei risultati ottenuti e la loro interpretazione ai fini del rilievo di tutti gli aspetti di cui sopra in tutti gli elementi strutturali indagati.

9.2 - Corpo diga, sponde e terreni di fondazione

Un ruolo chiave nella caratterizzazione geotecnica - sismica occupano le indagini geofisiche di tipo sismico, che rappresentano il metodo di elezione per una misura della velocità di propagazione delle onde di taglio e quindi del parametro V_{s30} , normativamente idoneo alla individuazione delle categorie di sottosuolo di riferimento, necessarie alla definizione dell'azione sismica di progetto mediante l'approccio semplificato richiesto dalle NTC2018.

Potranno prevedersi, laddove ritenuto necessario:

- 1) prove geofisiche di superficie (sismica a rifrazione, riflessione) per la valutazione della morfologia del bedrock e della stratigrafia di massima su tutto lo sviluppo dell'invaso;
- 2) misure di V_s con metodi non invasivi ed a basso costo o con sistemi ad energizzazione attiva (ad es. Sasw o Masw) o ad energizzazione passiva (tipo ReMi, Esac, Spac) a valle della diga;
- 3) indagini dirette di rilevamento per riconoscere, quantificare e cartografare le unità geologiche suscettibili di amplificazione sismica, instabilità dei pendii e liquefazione in accordo con l'OPCM n. 3274/2003 e NTC2018;
- 4) un sondaggio sul coronamento delle sponde della diga che arrivi sino al piano di fondazione per verificare la condizione del terreno di sottofondazione;
- 5) analisi spettrale dei microtremori ambientali a stazione singola (tipo Tromino), che attraverso l'inversione delle curve dei rapporti spettrali H/V, consentono di stimare oltre alla frequenza fondamentale di risonanza del sottosuolo il profilo sismo-stratigrafico delle onde V_s . Le misure con il Tromino sono da estendere a tutte le sponde al fine di redigere una carta delle frequenze.

La caratterizzazione geotecnica di un deposito di terreno richiede la definizione di informazioni che possono essere raggruppate in:

- proprietà fisiche e parametri di stato;
- parametri di comportamento;
- caratteri strutturali.

Le proprietà fisiche sono quelle proprietà dei terreni riferibili a grandezze fisiche come pesi, volumi e dimensioni geometriche dei grani. I parametri di stato invece sono quei parametri che descrivono lo stato iniziale del deposito di terreno ed includono le tensioni litostatiche, la storia dello stato tensionale e deformazionale, la porosità, la distribuzione spaziale dei grani o delle particelle, il grado di saturazione, e per i materiali a grana fine la curva di compressibilità intrinseca del materiale.

Laddove i dati messi a disposizione dalla Stazione Appaltante non fossero ritenuti motivatamente sufficienti dall'Appaltatore, ai fini del raggiungimento del livello di conoscenza richiesto, dovrà essere pertanto previsto apposito programma di indagini geotecniche comprendente:

- prove geofisiche accoppiate al sondaggio per identificare la geometria e le proprietà fisiche dei materiali che costituiscono il sottosuolo (profilo stratigrafico);
- le proprietà fisiche e meccaniche dei terreni costituenti il sottosuolo saranno determinate per mezzo di prove da eseguire in laboratorio su campioni di terreno indisturbati (pesi di volume, granulometria, contenuto d'acqua). A queste potranno essere accoppiate prove in situ;

- misure di permeabilità e consolidazione, analisi della risposta dei terreni sotto falda ad una variazione del regime idraulico o tensionale. Le NTC2018 al Cap. 6 Paragrafo 5.1 prescrivono di estendere le indagini geofisiche in modo tale da consentire la verifica delle condizioni di stabilità locale e globale del complesso opera-terreno, tenendo in considerazione eventuali moti di filtrazione;
- misura delle pressioni interstiziali mediante piezometri.

La caratterizzazione geotecnica dei terreni ai fini sismici prevede la definizione delle seguenti caratteristiche:

- peso dell'unità di volume γ (dei terreni);
- profilo della velocità delle onde di taglio V_S del terreno;
- curve di decadimento del modulo di taglio (G/G_0 - γ) e di incremento del fattore di morzamento (D - γ);
- stima degli eccessi di pressione interstiziale.

Per la determinazione delle proprietà dinamiche dei terreni si ricorrerà alle prove geofisiche, sopra indicate, affiancate a prove di laboratorio per determinare G_0 e D_0 e le leggi $G(\gamma)$ e $D(\gamma)$ in un campo di deformazioni ben più ampio e sotto condizioni accurate, controllate e riproducibili di sollecitazione e deformazione.

Si prevedono pertanto prove di colonna risonante e triassiale ciclico per dare una definizione completa del comportamento dinamico dei terreni di nostro interesse. I due gruppi di prove, in situ (geofisiche) e in laboratorio (colonna risonante e triassiale ciclico), sono complementari, infatti le prime forniscono una caratterizzazione alle piccole deformazioni, mentre le prove di laboratorio definiscono il comportamento del terreno in tutto il campo di deformazioni.

10 - Stati limite di riferimento

La valutazione della sicurezza dei serbatoi (inteso come l'insieme dello sbarramento e delle sponde naturali), con riferimento al D.M. 26/06/2014, deve prendere in considerazione i seguenti stati limite:

- Stati limite di esercizio
 - Stato limite di operatività (SLO)
 - Stato limite di danno (SLD)
- Stati limite ultimi
 - Stato limite di salvaguardia della vita (SLV)
 - Stato limite di collasso (SLC)

Secondo quanto prescritto dal D.M. 26/06/2014, la valutazione della sicurezza dei serbatoi deve essere effettuata con riferimento alle seguenti condizioni caratteristiche:

- normale funzionamento(SLO);
- passaggio dalla condizione di danni riparabili, senza rilascio incontrollato di acqua a danni non riparabili, senza rilascio incontrollato di acqua (SLD);
- danni che determinano il rilascio incontrollato di acqua, o comunque rischio di perdite di vite umane (SLV);
- collasso della struttura (SLC).

Per ciò che riguarda specificatamente gli organi di scarico e le opere accessorie, deve essere presa in considerazione la situazione, corrispondente al raggiungimento dello stato limite ultimo associato alla perdita non controllata dell'acqua invasata, come evincibile dal seguente elenco degli stati limite da considerare in generale:

1. instabilità del corpo diga e dei terreni o ammassi rocciosi di imposta;
2. instabilità per scorrimento, anche parziale, del corpo diga o meccanismi di rottura locali;
3. rottura per erosione interna; fessurazioni nel corpo diga, nei terreni o ammassi rocciosi di fondazione, negli elementi di tenuta o nelle superfici di contatto manufatto-terreno, tali da provocare una filtrazione incontrollata;
4. deformazioni del corpo diga e/o dei terreni o ammassi rocciosi di fondazione, tali da provocare danni strutturali allo sbarramento o la tracimazione;
5. instabilità dei pendii che possano provocare la tracimazione della diga o danni strutturali;

6. rottura o danno degli organi di scarico e in generale delle opere accessorie, che impediscano il deflusso controllato dal serbatoio;
7. condizione di piena che porti alla tracimazione del coronamento con conseguenti danni gravi fino alla possibilità di collasso dello sbarramento.

I principali stati limite di esercizio da considerare sono:

- eccesso di tensioni o deformazioni del corpo diga e/o nei terreni di fondazione;
- danneggiamento degli organi di scarico superficiali o profondi;
- danneggiamento delle opere di derivazione;
- danneggiamento dei sistemi di misura e controllo.

11 - Azione sismica

Sotto l'effetto delle azioni sismiche, per lo sbarramento è sufficiente prendere in considerazione lo SLD (Stato Limite di Danno) e lo SLC (Stato Limite di Collasso).

Se in base alla pericolosità sismica di riferimento (NTC) risulta $a_g(\text{Tr} = 475) \geq 0.15g$, è necessario effettuare uno studio sismotettonico avente due finalità:

- i. definire l'azione sismica di riferimento per il sito in termini di spettro di risposta elastico in accelerazione, tenendo conto dei caratteri sismogenetici dell'area in esame e della risposta sismica locale RSL. L'azione sismica così definita non deve comunque risultare meno gravosa di quella derivante dalle indicazioni di norma;
- ii. individuare la presenza di strutture sismogenetiche potenzialmente in grado di produrre fagliazione di superficie in corrispondenza dello sbarramento o delle opere di scarico e derivazione. In tale eventualità occorre chiarire l'entità degli spostamenti attesi in termini probabilistici.

Devono essere valutati gli effetti della risposta sismica locale. Il metodo semplificato previsto al § 3.2.2 delle NTC, basato sull'attribuzione del sito a una categoria stratigrafica (A-E) può essere utilizzato solamente quando l'ammasso di fondazione sia privo di forti contrasti di impedenza, o quando il substrato rigido si trovi a una profondità superiore a 30 m. Negli altri casi dovranno essere effettuate specifiche analisi di RSL.

Per le analisi dinamiche al passo è necessario ricorrere ad una descrizione dell'azione sismica mediante accelerogrammi. Si dovranno utilizzare accelerogrammi registrati, selezionati e scalati secondo i criteri indicati nel seguito. Ciascun accelerogramma descrive una componente, orizzontale o verticale, dell'azione sismica; l'insieme delle tre componenti (due orizzontali, tra loro ortogonali, ed una verticale), registrate nello stesso evento, costituisce un gruppo di accelerogrammi.

Il numero minimo di gruppi di accelerogrammi per le analisi dinamiche al passo è pari a 3 per le dighe in muratura e 5 per le dighe in materiali sciolti. Le grandezze di risposta da utilizzare per le verifiche corrispondono a quelle più gravose ottenute con i diversi gruppi di accelerogrammi. Se si utilizzano almeno sette gruppi di accelerogrammi, gli effetti sulla struttura sono rappresentati dai valori medi degli effetti più sfavorevoli ottenuti.

L'insieme di accelerogrammi dovrà rispettare criteri di compatibilità con lo spettro di risposta elastico di riferimento. E' possibile riferirsi ai criteri di compatibilità formulati da normative italiane o internazionali. Nel caso di modelli di calcolo tridimensionali, si raccomanda di adottare un criterio di compatibilità che tenga adeguatamente conto di entrambe le componenti orizzontali del moto.

E' ammessa la scalatura in ampiezza degli accelerogrammi (evitando di modificarne il contenuto in frequenza) e cercando di limitare il valore del fattore di scala. Lo stesso fattore di scala dovrà essere applicato alle due componenti accelerometriche orizzontali di ciascun gruppo; un diverso fattore di scala potrà essere adottato per la componente verticale.

Si suggerisce di adottare un numero di accelerogrammi superiore ai minimi sopra specificati qualora sia necessaria una migliore approssimazione dell'azione sismica di riferimento.

12 - Studio sismotettonico: pericolosità sismica

Nello studio di pericolosità sismica (che le NTD precisano essere obbligatorio allorché per il sito in esame $a_g(\text{Tr} = 475)$ delle NTC $\geq 0.15g$), si raccomanda di valutare per l'area in esame tutte le informazioni

aggiuntive, a scala regionale, che consentano di migliorare l'attendibilità delle previsioni della Norma. Ciò sia per distribuzione, estensione e localizzazione delle aree sismogenetiche, sia per leggi di attenuazione specifiche, ritenute maggiormente rappresentative dell'area in esame. In assenza di tali informazioni aggiuntive è del tutto inutile la mera ripetizione delle procedure implementate per la mappa di pericolosità italiana delle NTC.

Lo studio di pericolosità sismica può essere condotto con un approccio probabilistico (PSHA) ovvero deterministico (DSHA). Entrambi gli approcci possono essere adottati per valutare lo spettro di risposta dell'evento utilizzato per la verifica allo SLC, avendo comunque cura di esporre le motivazioni a supporto della scelta fatta. Ovviamente l'azione corrispondente allo SLD deve essere valutata con l'approccio probabilistico.

In tutti i casi è necessario ricordare che i risultati dello studio di pericolosità sono fortemente condizionati dalle relazioni di attenuazione (GMPE) utilizzate. Per la mappa di pericolosità sismica MPS04 sono stati utilizzati quattro insiemi di relazioni definite sulla base di dati europei (ASB96: Ambraseys et al., 1996), italiani (SP96: Sabetta-Pugliese, 1996), e locali (REG.A: relazioni regionalizzate con set A di profondità, REG.B: relazioni regionalizzate con set B di profondità, proposte da Malagnini et al., 2000-2002 e da Morasca et al., 2006).

L'uso di relazioni di attenuazione diverse da quelle adottate dalla vigente mappa di pericolosità è ammesso, purché motivato da specifiche considerazioni legate ai caratteri della sismicità locale.

Si dovrà inoltre tenere conto dei meccanismi di faglia associati alle strutture sismogenetiche.

Nella valutazione del massimo terremoto credibile MCE secondo l'approccio deterministico, particolare attenzione va posta alla stima dei valori di magnitudo massima associata a ciascuna sorgente sismogenetica; l'origine di tali valori (dato storico, ovvero derivante da considerazioni sismologiche e geofisiche) deve essere indicata. Inoltre, per determinare i parametri di scuotimento si utilizzerà l'84° percentile delle leggi di attenuazione.

Al riguardo comunque, costituiranno riferimento le "Linee-guida per la redazione e le istruttorie degli studi sismotettonici relativi alle grandi dighe", predisposte nell'ambito dell'"Accordo ai sensi dell'art. 15 della l. 241/90 e ss.mm.ii. tra la Direzione Generale per le Dighe e le Infrastrutture Idriche ed Elettriche del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti e l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia per la redazione di linee-guida per gli studi sismotettonici finalizzati alla rivalutazione della pericolosità sismica dei siti delle grandi dighe".

13 - Selezione e scalatura degli accelerogrammi

Per la selezione degli accelerogrammi da utilizzare nelle analisi dinamiche si ricorre alle banche dati rese disponibili da organismi istituzionali italiani o stranieri.

E' innanzitutto necessario soddisfare i criteri di sismo-compatibilità: le registrazioni selezionate devono essere compatibili con il modello sismotettonico regionale, la magnitudo e la distanza epicentrale di uno o più eventi di scenario e con le caratteristiche geotecniche delle stazioni di registrazione dei segnali rispetto a quelle del sito di costruzione. Questo criterio va applicato nella fase di preselezione dei segnali.

I gruppi di accelerogrammi registrati devono essere selezionati e scalati in modo tale che i relativi spettri di risposta approssimino gli spettri di risposta elastici nel campo dei periodi propri di vibrazione di interesse per il problema in esame.

L'intervallo di periodi di interesse deve essere stabilito dal progettista con riferimento alle caratteristiche dinamiche del caso in esame. L'intervallo 0,15 – 2 s, proposto dalle norme per le costruzioni civili non è necessariamente valido per le dighe, la cui risposta è spesso condizionata dalle alte frequenze. Pertanto, per la singola diga in esame, il progettista dovrà stabilire, dandone motivazione, un intervallo di frequenze di interesse; si dovrà inoltre tenere conto delle eventuali modifiche di rigidità conseguenti all'entrata in campo non lineare dello sbarramento o delle sue parti.

Nello specifico, la compatibilità con lo spettro di risposta elastico deve essere verificata in base alla media delle ordinate spettrali ottenute con i diversi accelerogrammi per un coefficiente di smorzamento viscoso equivalente ξ del 5%. L'ordinata spettrale media non deve presentare uno scarto in difetto superiore al 10% ed uno scarto in eccesso superiore al 30%, rispetto alla corrispondente componente dello spettro elastico, in alcun punto dell'intervallo dei periodi di vibrazione di interesse per l'opera in esame per i diversi stati limite.

Nel caso di analisi 2D, l'applicazione del suddetto criterio di spettro-compatibilità è immediata. La compatibilità delle componenti orizzontali e verticali andrà trattata separatamente. I fattori di scala delle N componenti orizzontali saranno determinati in modo che il loro spettro medio sia compatibile con lo spettro di riferimento. Si procede analogamente per la componente verticale.

Nel caso di analisi tridimensionale, l'applicazione del criterio di spettro compatibilità comporta l'adozione di un unico fattore di scala per entrambe le componenti orizzontali. E' possibile riferirsi ai criteri di compatibilità multi componente formulati da normative internazionali (es. ASCE 7).

Una possibile procedura è la seguente:

1. per ogni coppia di registrazioni orizzontali, si ricostruisce uno spettro SRSS [$S_{SRSS} = (S_x^2 + S_y^2)^{0.5}$]
2. le coppie di registrazioni devono essere selezionate in modo tale che lo spettro medio SRSS di tutte le coppie approssimi lo spettro di riferimento, moltiplicato per un coefficiente $\gamma = 1.41$
3. è possibile scalare ciascuna coppia di registrazioni attraverso un unico fattore di scala, che può differire tra le diverse coppie.

Per le componenti verticali si procede separatamente, come descritto per le analisi piane.

14 - Analisi sismiche

L'uso di modelli di calcolo complessi (ad es. non lineari) deve essere accompagnato da una caratterizzazione dei materiali specifica ed approfondita, che consenta di stabilire con adeguata confidenza tutti i parametri del modello. Diversamente, sarà necessario indagare, con studi parametrici, l'influenza di ciascuno di essi. E' comunque necessario confrontare i risultati delle analisi complesse con quelli ottenuti con metodi di analisi più semplici, basati su ipotesi conservative.

L'analisi della risposta sismica deve essere preceduta dall'esame delle condizioni deformative e tensionali in condizioni statiche. Si precisa che, essendo queste analisi finalizzate ad una stima delle condizioni di esercizio, le azioni vanno combinate con i loro valori nominali (coefficienti parziali unitari).

La spinta idrodinamica potrà essere calcolata attraverso una modellazione diretta del fluido (ad es. utilizzando elementi finiti acustici o elementi finiti elastici con opportuni parametri di rigidità), ovvero attraverso metodi semplificati basati sul concetto delle c.d. masse aggiunte. Nel caso di analisi sismiche pseudo-statiche o dinamiche con spettro di risposta, per il calcolo della sovrappressione idrodinamica dovrà adottarsi lo stesso valore di accelerazione utilizzato per il calcolo delle forze di inerzia agenti sulla massa muraria.

La spinta dovuta all'interrimento in condizioni sismiche dovrà essere valutata con i metodi propri della spinta delle terre.

Non è generalmente ammissibile l'utilizzo di un coefficiente di smorzamento superiore al 5%; al contrario, devono essere adottati valori inferiori nel caso in cui i fenomeni di isteresi nei materiali siano modellati esplicitamente adottando legami costitutivi non lineari. L'eventuale utilizzo di un valore superiore al 5% dovrà essere giustificato con riferimento al particolare caso in esame.

Nel caso in cui si adotti un modello di calcolo che simuli la propagazione delle onde sismiche nella roccia di fondazione (cd. fondazione con massa), è necessario effettuare analisi di validazione della soluzione numerica. Tali analisi, che dovranno essere documentate, si basano sul confronto delle soluzioni numeriche, ottenute con il modello, con soluzioni rigorose di letteratura, ottenute con metodi analitici, numerici o misti. Le analisi di validazione potranno eventualmente essere riferite a modelli ausiliari che riproducano le ipotesi alla base delle soluzioni di letteratura. Sarà sempre necessario almeno verificare che il modello sia capace di riprodurre, in campo libero, gli accelerogrammi preventivamente selezionati.

Non è ammesso l'utilizzo del metodo ETA come unico approccio di verifica; lo stesso, che può essere adottato per valutazioni qualitative e quantitative nel contesto di analisi multimetodologiche, deve comunque essere affiancato da analisi dinamiche tradizionali.

15 - Combinazione delle azioni

Per le analisi sismiche, le azioni di calcolo vanno combinate con coefficienti parziali (γ_f) unitari. I coefficienti Ψ per le azioni variabili sono definiti dalla Norma.

Per ciascuno stato limite (SLD, SLC) andranno in ogni caso considerate le situazioni di serbatoio pieno (livello di invaso alla massima regolazione) e serbatoio vuoto, nelle condizioni termiche più gravose. Livelli di invaso intermedi vanno considerati se significativi.

La combinazione direzionale 100%-300%, prevista dalla Norma per le componenti orizzontali del sisma, può essere utilizzata soltanto per le analisi pseudo-statiche o dinamiche con spettro di risposta. Non è in alcun caso ammissibile l'utilizzo di questa regola di combinazione per le analisi dinamiche al passo.

16 - Modello e metodo per le analisi dinamiche

Occorre evitare una eccessiva differenziazione dei materiali, trascurando nel modello di calcolo zone e strati di modesta importanza ed elementi della sezione di spessore trascurabile (scogliera, filtri etc.) dei quali peraltro non si dispone, in genere, dei parametri meccanici.

E' pertanto preferibile fare riferimento a modelli più semplici e compiutamente definiti.

Per ciascuna superficie di scorrimento significativa (escludendo quelle corticali) è utile presentare preliminarmente i risultati di un'analisi pseudostatica che esamini la variazione del coefficiente di sicurezza in funzione del coefficiente sismico fino alla condizione $FS = 1$ ($K_h = K_{cr}$; $K_v = \pm K_h/2$).

Se si ricorre alla procedura di Makdisi e Seed, l'analisi andrà articolata in tre fasi:

1. con il metodo dell'equilibrio limite si calcolano i coefficienti sismici critici (K_{cr}) delle superfici di scorrimento, come sopra specificato;
2. con il metodo lineare equivalente, analisi elastica di tipo iterativo, si determina la time-history delle accelerazioni indotte all'interno della diga dal moto sismico;
3. con il metodo di Newmark si valutano i cedimenti permanenti causati dalle accelerazioni impresse alle varie superfici limite; gli accelerogrammi utilizzati nel calcolo degli spostamenti permanenti sono rappresentativi del campo di variazione dell'accelerazione all'interno della superficie di scorrimento (procedura di Chopra).

Deve essere espresso uno specifico giudizio sulla effettiva validità dei risultati ottenuti con riferimento alle ipotesi poste alla base del modello. Il metodo lineare equivalente, infatti, può non fornire valori attendibili quando il campo deformativo indotto dalla sollecitazione dinamica supera la soglia di $10^{-3} - 10^{-4}$. Evidenze di insufficienza del modello sono valori di smorzamento localmente superiori al 10% o inconsuete amplificazioni e deamplificazioni delle accelerazioni lungo la verticale.

Per livelli di deformazioni superiori al campo di deformazione sopra indicato, occorre utilizzare metodi non lineari e valutare il possibile incremento di pressione interstiziale o di decadimento della resistenza dei materiali.

17 - Giudizio di ammissibilità

Stato Limite di Danno (SLD): le deformazioni permanenti sono accettabili se dell'ordine del centimetro e la risposta sismica risulta connotata da un comportamento essenzialmente elastico.

Stato Limite di Collasso (SLC): lo spostamento massimo è ammissibile se inferiore ad una quota parte della differenza tra la quota di massima ritenuta e la quota sommitale dell'elemento di tenuta. Il cedimento calcolato deve essere confrontato con l'altezza della diga: cedimenti inferiori all'1% dell'altezza della diga sono, in linea generale, accettabili.

Il giudizio ingegneristico motivato di accettabilità dei risultati dovrà anche considerare:

1. il confronto dei risultati ottenuti con valutazioni semplificate degli spostamenti permanenti, che si possono ottenere utilizzando le note correlazioni empiriche proposte da vari Autori;
2. il rischio di perdita di funzionalità dell'elemento di tenuta, quella di integrità dei filtri, anche con riferimento agli spostamenti calcolati lungo le superfici critiche in relazione allo spessore ed alla geometria dei vari strati;
3. l'adeguatezza della strumentazione installata, atta al controllo delle condizioni di sicurezza post-sismiche dello sbarramento, in particolare la misura delle pressioni interstiziali;
4. l'ammissibilità degli spostamenti e delle deformazioni per lo SLD e SLC.

CAPO II

PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO

18 - Oggetto dell'appalto

L'appalto prevede l'esecuzione dei servizi d'ingegneria e di architettura per la redazione del progetto di gestione dell'invaso ai sensi dell'art. 114 del D.Lgs. 152/2006.

19 - Aspetti generali e richiami normativi

Secondo il D.M. Ambiente e Tutela del Territorio del 30/06/2004 il Progetto di Gestione dell'invaso (PGI) "definisce il quadro previsionale delle operazioni di svasso connesse con le attività di manutenzione dell'impianto". In tal senso il PGI rappresenta un valido strumento conoscitivo e di pianificazione integrata degli interventi per il controllo dei sedimenti in ingresso nel serbatoio, il mantenimento o il ripristino della capacità di invaso, la salvaguardia della funzionalità dei dispositivi idraulici di scarico della diga per garantire il necessario livello di sicurezza a favore della popolazione e del territorio a valle dello sbarramento. Esso deve essere uno strumento flessibile da aggiornare, su richiesta del gestore, della Regione e/o dall'Autorità di vigilanza, sulla base dei risultati ottenuti e dei dati di monitoraggio acquisiti nel tempo anche attraverso l'attuazione delle operazioni per il recupero di volume utile ed efficienza degli scarichi.

Il PGI è redatto ai sensi dell'art.114 del D. Lgs. 03/04/2006, n. 152, e ss.mm.ii., in conformità al D.M. Ambiente e Tutela del Territorio del 30/06/2004, nel rispetto degli indirizzi di progettazione e gestione prescritti nel presente disciplinare.

20 - Contenuti dei progetti di gestione degli invasi

I contenuti di cui al D.M. Ambiente e Tutela del Territorio del 30/06/2004, art.3, comma 2, sono minimi e inderogabili. Il Progetto di Gestione dell'Invaso sarà strutturato in due sezioni così distinte:

- 1) Caratterizzazione di base;
- 2) Piani Operativi.

20.1 - Caratterizzazione di base

La prima sezione del PGI dovrà contenere le seguenti informazioni:

- a) Descrizione geografica del territorio e ubicazione dell'invaso;
- b) Descrizione dell'opera di sbarramento;
- c) Caratteristiche del bacino idrografico;
- d) Caratterizzazione dell'invaso
- e) Programma generale delle attività di svasso/sfangamento

I contenuti specifici sono riportati di seguito.

20.1.a - Descrizione geografica del territorio e ubicazione dell'invaso

In sintesi le analisi e i dati richiesti riguarderanno:

- descrizione del contesto territoriale a monte e a valle dell'invaso con l'individuazione delle aree soggette a vincoli;
- descrizione del bacino idrografico diretto e allacciato nonché del reticolo idrografico;
- informazioni sull'impianto: denominazione, ubicazione, Provincia e Comune in cui ricade l'opera, concessionario, gestore, ingegnere responsabile; elenco dei Comuni posti a valle dello sbarramento; indicazione delle coordinate Gauss Boaga fuso 2/UTM WGS del baricentro dello sbarramento;
- cartografia in scala adeguata, almeno 1:50000 (IGMI), 1:25000 (IGMI) e 1:10000 (CTR) riportante l'ubicazione della diga, il perimetro dell'invaso in condizioni di massimo invaso e il perimetro del bacino idrografico avente come sezione di chiusura lo stesso sbarramento.

20.1.b - Descrizione dell'opera di sbarramento

In sintesi le analisi e i dati richiesti riguarderanno:

- descrizione della diga, ricostruzione storica dell'attività gestionale con particolare riferimento all'interrimento del serbatoio interessato;

- localizzazione e descrizione, anche delle caratteristiche geometriche e funzionali, della diga, delle opere accessorie e dei manufatti di servizio;
- individuazione di altri sbarramenti presenti a monte e a valle dell'invaso oggetto di studio;
- descrizione delle caratteristiche morfologiche originarie del fondo del serbatoio e di eventuali modifiche eseguite dopo la costruzione dell'invaso, con allegata cartografia a curve di livello almeno in scala 1:2000 del fondo al momento della realizzazione dello sbarramento.

20.1.c - Caratteristiche del bacino idrografico

In sintesi le analisi e i dati richiesti riguarderanno:

- descrizione delle caratteristiche del bacino idrografico sotteso allo sbarramento e ad esso allacciato, relativamente alle componenti naturali (morfologiche, geo-litologiche, idrologiche; pedologiche) e a quelle antropiche (uso del suolo e attività agricole, centri abitati, fonti potenzialmente inquinanti, scarichi urbani, attività industriali e attività minerarie attive o dismesse) corredata da cartografia tematica in scala adeguata;
- descrizione delle caratteristiche meteorologiche e idrologiche del bacino.

Le informazioni e i dati necessari potranno essere acquisiti sulla base di documentazione bibliografica e cartografica esistente nonché dagli elaborati del vigente Piano di Gestione del Distretto Idrografico della Regione Siciliana.

20.1.d - Caratterizzazione dell'invaso

In sintesi le analisi e i dati richiesti riguarderanno:

- 1) Indicazioni quantitative dei sedimenti (ex art. 3 comma 2 lettera a del D.M. 30/06/2004) contenenti: la determinazione del volume di sedimenti presenti nel serbatoio al momento della redazione del progetto e il tasso di interrimento annuo dell'invaso.
- 2) Indicazioni qualitative dei sedimenti e delle acque (ex art. 3 comma 2 lettere b, c, d del D.M. 30/06/2004) contenenti: il campionamento a più quote con apposito natante, le analisi di laboratorio e i risultati analitici.

Valutazione quantitativa:

Per la quantificazione del sedimento in atto presente nell'invaso, il soggetto incaricato, in assenza di una batimetria e annessa cartografia in scala non inferiore a 1:1000 dell'area del bacino post operam, eseguirà n. 2 rilievi batimetrici con restituzione della planimetria a curve di livello e punti altimetrici isolati a quota almeno pari a quella del coronamento più 2 metri. Se è già disponibile una precedente indagine batimetrica e relativo elaborato cartografico, la prestazione sarà supportata da una sola batimetria. Quest'ultima può essere effettuata utilizzando varie metodologie d'indagine: rilievi batimetrici diretti geo-referenziati o tramite dati tele-rilevati per ottenere un modello digitale del fondo dell'invaso da confrontare con la sua morfologia originaria. La spaziatura della griglia di rilevamento deve essere sufficiente a predisporre una restituzione con scala 1:1000 del serbatoio. Se la morfologia originaria del fondo dell'invaso è incerta sarà necessario procedere all'esecuzione di un numero adeguato di sondaggi spinti fino al substrato originario o realizzare indagini geofisiche che consentano di valutare lo spessore dei sedimenti nelle varie porzioni dell'invaso. In funzione del grado di incertezza dei dati disponibili, soprattutto rispetto alla conformazione originaria del fondo, sarà auspicabile effettuare l'indagine batimetrica utilizzando due o più metodi.

Il volume medio del materiale solido depositato annualmente può essere stimato con metodo diretto tramite rilievi batimetrici eseguiti con i sistemi sopra menzionati, corredati anche da valutazioni di tipo statistico, e/o con metodo indiretto semi-empirico utilizzando modelli come: il Soil and Water Assessment Tool (SWAT) dell'United States Department of Agriculture (USDA); modelli parametrici su base empirica tipo Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE) dell'USDA; e/o altri metodi sufficientemente sperimentati e documentati. In funzione del grado di incertezza dei dati disponibili sarà auspicabile effettuare la ricerca utilizzando due o più metodi.

Valutazione qualitativa:

Caratterizzazione dei sedimenti: Le indagini, di cui all'art. 3 comma 2 lettere b del D.M. 30/06/2004, sono finalizzate alla caratterizzazione delle qualità chimiche e granulometriche dei sedimenti presenti nel fondo dell'invaso, estendendo lo studio, ove necessario, alle caratteristiche mineralogiche e biologiche per evidenziare eventuali effetti tossici.

I sedimenti vanno caratterizzati dal punto di vista qualitativo, ai sensi del titolo V della parte quarta del D.Lgs 152/2006, anche allo scopo di verificare, in caso di rimozione dei sedimenti, un loro possibile riutilizzo o prevedere il loro smaltimento in discarica controllata. Per la scelta delle metodiche di campionamento e analitiche da adottare si farà riferimento alle più avanzate tecniche di impiego generale, riconosciute a livello nazionale o internazionale. Le indagini in questione saranno eseguite sulla base di un **Piano di campionamento** riguardante la valutazione qualitativa sia dei sedimenti sia delle acque. Il Piano sarà preventivamente approvato dalla Stazione appaltante.

Per la caratterizzazione dei sedimenti è previsto il prelievo di campioni del fondo il cui numero varierà in funzione delle caratteristiche morfologiche del bacino, della superficie di massimo invaso e considerando:

- la classificazione a tergo dello sbarramento, dove maggiore è la spinta dei sedimenti;
- la morfologia del bacino imbrifero sotteso allo sbarramento;
- le caratteristiche idrauliche delle aste affluenti e ai rispettivi sottobacini;
- l'eventuale presenza di "singolarità" del fondale, come cavità naturali, cave per l'estrazione di materiale solido, avandiga, zone di confluenza di aste fluviali, canali, innesti di canali, manufatti di diversa natura.

Negli invasi nei quali lo spessore massimo dei sedimenti, sulla base delle informazioni disponibili, risulti superiore a m 3 oltre al prelievo di campioni degli strati superficiali di sedimento sarà necessario realizzare dei sondaggi a carotaggio continuo, spinti fino al fondo originario dell'invaso, posizionati in modo appropriato e in numero tale da permettere una sufficiente ricostruzione della stratigrafia dei sedimenti.

Nella successiva tabella (A) si riporta il numero minimo suggerito di campioni del sedimento superficiale da prelevare e, ove necessario, dei carotaggi da eseguire in funzione della superficie dell'invaso misurata alla quota di massima regolazione.

Tabella A

Superficie in condizione di massimo invaso (Km ²)	Numero minimo di campioni di sedimento superficiale	Numero minimo di sondaggi a carotaggio continuo
$S \leq 0,1$	3	1
$0,1 < S \leq 1$	3	3
$1 < S \leq 10$	5	3
$S > 10$	7	3

Le analisi saranno eseguite da laboratori pubblici o privati in possesso dei necessari requisiti di qualità e che utilizzano metodologie ufficialmente riconosciute.

Sui campioni prelevati saranno effettuate le seguenti analisi:

- 1) granulometriche;
- 2) chimiche: da eseguire in ottemperanza a quanto previsto dall'allegato 2 al titolo V della parte quarta del D.Lgs. 152/2006, e in particolare: il campione per l'analisi chimica sarà privo della frazione maggiore di 2 cm e le determinazioni analitiche dovranno essere condotte sull'aliquota di granulometria inferiore a mm 2; la concentrazione del campione sarà determinata riferendosi alla totalità dei materiali secchi, comprensiva anche dello scheletro; i parametri chimici da determinare sono almeno carbonio organico totale, arsenico, antimonio, cadmio, cromo totale, manganese, mercurio, nichel, piombo, rame, zinco; inoltre, in funzione delle pressioni esistenti nel bacino idrografico a monte, devono essere selezionati ulteriori parametri inorganici e organici tra quelli riportati nella tabella 1 dell'allegato 5 al titolo V parte quarta del D.Lgs 152/2006 e della tabella 2 dell'allegato A al D.M. dell'Ambiente e della Tutela del Territorio del 6 novembre 2003, n. 367;
- 3) mineralogiche, ove necessario;

4) saggi biologici da effettuarsi su tre differenti ruoli trofici, per evidenziare eventuali effetti tossici.

Caratterizzazione delle acque e del materiale solido in sospensione: Le indagini, di cui all'art. 3 comma 2 lettere c, d, e del D.M. 30/06/2004, sono finalizzate alla caratterizzazione delle qualità chimico-fisiche delle acque invase (colonne d'acqua sovrastanti il materiale depositato) derivanti da specifiche analisi su campioni prelevati lungo la colonna d'acqua (in superficie, a mezz'acqua e in prossimità del fondo) nel settore più profondo dell'invaso, con almeno due campionamenti. Per la scelta delle metodiche di campionamento e analitiche da adottare si farà riferimento alle più avanzate tecniche, riconosciute a livello nazionale o internazionale.

I parametri da determinare sono:

- pH, temperatura, ossigeno disciolto, conducibilità elettrica specifica;
- solidi sospesi totali (SST), BOD5, COD, azoto totale, azoto ammoniacale, azoto nitrico, azoto nitroso, fosforo totale;
- manganese, arsenico, cadmio, cromo totale, cromo esavalente, mercurio, nichel e piombo disciolti.

A questi devono essere aggiunti i contaminanti organici e inorganici rappresentativi delle pressioni presenti nel bacino a monte dello sbarramento, tra quelli indicati dalle tabelle 1/A e 1/B dell'allegato 1 alla parte terza del D.Lgs 152/2006.

Per la determinazione qualitativa e quantitativa del materiale solido in sospensione di cui all'art. 3 comma 2.d del D.M. 30/06/2004, in mancanza di informazioni specifiche derivati da attività di monitoraggio, si potrà effettuare una stima utilizzando i dati relativi ai solidi sospesi totali misurato sui campioni prelevati lungo la colonna d'acqua di cui al comma 2.d dell'art. 3 del D.M. 30/06/2004.

Per assumere informazioni sulle caratteristiche qualitative e quantitative del materiale solido che si avrebbe in sospensione nel corso d'acqua di valle in occasione di morbide in assenza dello sbarramento di cui all'art. 3 comma 2.e del D.M. 30/06/2004, si dovrà predisporre una campagna di misure di portata liquida e del trasporto solido in sospensione in una sezione appropriata immediatamente a monte dell'invaso che consenta di stimare i parametri di correlazione tra concentrazione dei solidi sospesi e portata dei corsi d'acqua tributari.

20.1.e - Programma generale delle attività di vaso/sfangamento

Ai sensi dell'art. 3 del comma 2.f del D.M. 30/06/2004, il progetto di gestione dovrà includere un quadro previsionale, scandito da un cronoprogramma, delle operazioni ordinarie e straordinarie connesse con le attività per la manutenzione dell'impianto, per la rimozione di sedimenti, ovvero delle possibili alternative, per recuperare capacità d'invaso entro la scadenza della concessione e ripristinare/mantenere la funzionalità dei dispositivi di scarico dello sbarramento.

Ai sensi dell'art.3, comma 3, del D.M. 30/06/2004 il PGI deve contenere le seguenti indicazioni:

- il volume di materiale solido che si prevede di rimuovere dal serbatoio;
- le modalità di rimozione del materiale, i mezzi utilizzati e stima del loro numero, le piste di accesso o altre infrastrutture esistenti o da realizzare;
- le modalità di riutilizzo o di smaltimento del materiale rimosso, in relazione alla qualità dei sedimenti asportati e alle caratteristiche richieste per lo specifico riutilizzo;
- le aree di dislocazione del materiale rimosso che devono essere poste in condizioni di sicurezza idraulica in rapporto: alla stabilità degli ammassi, all'esposizione a fenomeni erosivi, alla dislocazione in aree golenali, al verificarsi di piene del fiume;
- in caso di collocazione ancorché provvisoria del sedimento rimosso nell'ambito dello specchio liquido, dovrà prevedersi la verifica di stabilità delle sponde interessate dal deposito;
- eventuali studi e valutazioni di incidenza ambientale connessi alla gestione dei sedimenti rimossi e alla localizzazione delle aree di stoccaggio.

Nello specifico, per l'obiettivo di cui alla lettera a) del richiamato comma 3 art. 3 D.M. 30/06/2004, il soggetto incaricato si atterrà alle seguenti indicazioni:

- il “volume minimo di sedimento da rimuovere” è quello giacente a tergo dello sbarramento e quello ostruente gli scarichi di fondo e le opere di derivazione, nei limiti e con le precauzioni dell'ingegneria geotecnica;
- la quantità di sedimento da rimuovere sarà proposto dal soggetto incaricato alla Stazione appaltante che, prima dell'assenso, ne valuterà la fattibilità sulla scorta di considerazioni economiche, ambientali, ingegneristiche e gestionali;
- in ragione del regime torrentizio dell'asta fluviale di valle non sono ammessi rilasci a valle di sedimenti ed è consentita la previsione del Deflusso Minimo Vitale nullo.

In via urgente e provvisoria, il Progetto di Gestione può prevedere la movimentazione nell'ambito dello specchio liquido esclusivamente del sedimento, per un volume non superiore a m³ 10.000, da rimuovere per il ripristino e/o il mantenimento dell'efficienza degli organi di scarico. La definitiva rimozione del sedimento, temporaneamente allocato entro il perimetro dell'area lacuale, dovrà prevedersi nelle successive fasi operative contemplate dal cronoprogramma.

22.2 - Piani operativi

Le operazioni ordinarie e straordinarie previste dal quadro previsionale del PGI, per la manutenzione dell'impianto, la tutela della funzionalità degli scarichi profondi e il recupero graduale della capacità d'invaso, trovano attuazione nei diversi piani operativi da eseguire entro la residua durata della concessione. In conseguenza della prima fase conoscitiva (caratterizzazione di base) e della pianificazione temporale degli interventi, il soggetto incaricato dovrà predisporre i relativi Piani operativi da sottoporre alla preliminare valutazione della Stazione appaltante.

A tal fine, per ogni Piano operativo, contemplato dal PGI, dovrà predisporci un apposito documento tecnico riportante in forma sintetica:

- gli aspetti funzionali, tecnici e gestionali caratterizzanti le operazioni da eseguire;
- l'analisi delle possibili ed eventuali alternative rispetto alle soluzioni operative individuate;
- le diverse fasi e la stima sommaria per l'esecuzione degli interventi inclusi nel piano operativo.

Il Primo dei piani operativi dovrà avere come obiettivo prioritario il ripristino della piena funzionalità degli organi di scarico della diga e relative opere connesse (gallerie, condotte, derivazioni) secondo le indicazioni e le modalità attuative precedentemente indicate. Il piano in questione costituirà, previa valutazione della Stazione appaltante, la base tecnico-programmatica su cui sviluppare ed elaborare la successiva progettazione definitiva/esecutiva per l'attuazione degli interventi di riabilitazione dei dispositivi di scarico.

23 - Documentazione tecnica a supporto dei servizi oggetto dell'appalto

All'atto della sottoscrizione del disciplinare, la Stazione appaltante provvederà a fornire e/o a rendere disponibile per l'eventuale consultazione in formato cartaceo e, dove possibile, anche in versione digitale al soggetto incaricato la documentazione propedeutica all'espletamento del servizio, come meglio specificato nella relativa scheda tecnico-descrittiva allegata al presente capitolato.

24 - Conclusione della prestazione

La prestazione di cui al presente Capo è conclusa con il parere tecnico favorevole della Struttura Regionale incaricata dell'istruttoria e comprende il parere rilasciato dall'Autorità di Vigilanza, ai sensi dell'art. 114 comma 5 del D.Lgs. 152/2006.

CAPO III

PROGETTAZIONE E COORDINAMENTO DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

25 - Progettazione

25.1.1 - Principi e finalità della progettazione

1. La progettazione ha come fine la realizzazione di un intervento di qualità e tecnicamente valido, nel rispetto del rapporto ottimale fra i benefici e i costi globali di costruzione, manutenzione e gestione. La progettazione è inoltre tesa a minimizzare l'uso di risorse materiali non rinnovabili e massimizzare il riutilizzo di risorse naturali impegnate dall'intervento, nonché alla massima facilità ed economicità di manutenzione, efficienza costante nel tempo dei materiali e dei componenti, possibilità di facile sostituzione degli elementi, compatibilità dei materiali e agevole controllabilità delle prestazioni dell'intervento nel tempo.
2. Il progetto è redatto, salvo quanto diversamente ed espressamente disposto dal responsabile del procedimento, in conformità all'articolo 23 del D.Lgs. n. 50/2016 e ss.mm.ii., nonché agli articoli ancora vigenti del D.P.R. n. 207/2010.
3. I progetti, con le necessarie differenziazioni in relazione alla loro specificità e dimensione sono redatti nel rispetto degli standard dimensionali e di costo e in modo da assicurare il massimo rispetto e compatibilità con le caratteristiche del contesto territoriale e ambientale dell'intervento, nelle fasi di costruzione che di gestione.

25.1.2 - Criteri generali di progettazione

1. Al fine di potere effettuare la manutenzione e le eventuali modifiche dell'intervento nel suo ciclo di vita utile, gli elaborati del progetto sono aggiornati in conseguenza delle varianti o delle soluzioni esecutive che si siano rese necessarie, su indicazione del progettista, in modo da rendere disponibili tutte le informazioni sulle modalità di realizzazione dell'opera o del lavoro.
2. Gli elaborati progettuali prevedono misure atte ad evitare effetti negativi sull'ambiente e sul paesaggio in relazione all'attività di cantiere ed a tal fine comprendono:
 - a) uno studio della viabilità di accesso ai cantieri, ed eventualmente la progettazione di quella provvisoria, in modo che siano contenuti l'interferenza con il traffico locale e il pericolo per le persone e l'ambiente;
 - b) l'indicazione degli accorgimenti atti ad evitare inquinamenti del suolo, acustici, idrici ed atmosferici;
 - c) la localizzazione delle cave eventualmente necessarie e la valutazione sia del tipo e quantità di materiali da prelevare, sia delle esigenze di eventuale ripristino ambientale finale;
3. I progetti sono redatti considerando anche il contesto in cui l'intervento si inserisce in modo che esso non pregiudichi l'accessibilità, l'utilizzo e la manutenzione delle opere, degli impianti e dei servizi esistenti.
4. I progetti devono essere redatti secondo criteri diretti a salvaguardare nella fase di costruzione e in quella di esercizio gli utenti e la popolazione interessata dai fattori di rischio per la sicurezza e la salute degli operai.
5. Tutti gli elaborati devono essere sottoscritti dal progettista o dai progettisti responsabili degli stessi nonché dal progettista responsabile dell'integrazione fra le varie prestazioni specialistiche.
6. Al termine della prestazione, a qualsiasi livello di progettazione così come in caso di eventuale variante, il progettista dovrà consegnare:

elaborati grafici: tre copie complete su carta sottoscritte dai progettisti; due copie su supporto informatico in formati standardizzati non protetti, compatibili, riproducibili, copiabili e modificabili con i più diffusi programmi software disponibili in commercio; ed in particolare una copia dei file in formato DWG e una copia in formato PDF;

elaborati di testo: tre copie complete su carta sottoscritte dai progettisti; due copie su supporto informatico in formati standardizzati non protetti, compatibili, riproducibili, copiabili e modificabili

con i più diffusi programmi software disponibili in commercio; ed in particolare una copia dei file in formato DOC e, ove occorre, in XLS, nonché una copia in formato PDF;

elaborati fotografici: tre copie complete su carta sottoscritte dai progettisti; una copia su supporto informatico in formato PDF, non protetto, compatibile, riproducibile, copiabile e modificabile con i più diffusi programmi software disponibili in commercio; il supporto dovrà contenere anche i file in formato JPEG delle immagini e fotografie utilizzate.

Il Responsabile del procedimento, a sua discrezione, potrà richiedere altri formati e/o estensioni dei suddetti elaborati progettuali, differenti da quelli sopra menzionati. Non dovranno esserci discordanze tra la versione cartacea e quella su supporto informatico del progetto.

7. L'Aggiudicatario ha inoltre l'obbligo di produrre eventuali altre copie degli elaborati progettuali che, ad insindacabile giudizio del R.U.P., dovessero occorrere per l'ottenimento di pareri e nulla osta, propedeutici all'approvazione finale del progetto, senza che ciò costituisca motivo di richiesta di ulteriori oneri da parte del progettista.

25.1.3 - Proprietà intellettuale e materiale degli elaborati, subentro o sostituzione dei progettisti

Il progetto resta di proprietà piena e assoluta della Stazione appaltante, che può introdurre tutte le varianti ed aggiunte che ritenga necessarie, senza che l'Assuntore possa sollevare eccezioni di sorta, sempre che il progetto non venga modificato in modo tale che ne risultino alterati radicalmente gli aspetti più caratteristici o snaturati i criteri informativi essenziali. Restano altresì nella proprietà materiale e legale della Stazione appaltante, gli elaborati, i documenti, gli atti, comunque formati e su qualunque supporto, prodotti dal professionista nell'ambito dell'incarico.

25.1.4 – Durata e tempi

La prima fase di 90 (novanta) giorni, per l'attuazione dei servizi in appalto, descritti nel presente capitolato e nel disciplinare di gara allegato ai documenti di gara, si completerà con l'effettuazione di: ricognizione della documentazione esistente; rilievi architettonici e geometrico-strutturali; ricostruzione di eventuali disegni di consistenza; definizione del piano di indagini; esecuzione delle indagini e prove di laboratorio; studio geologico, studio geotecnico, studio dei moti di filtrazione in fondazione, esecuzione della verifica sismica della diga ed opere accessorie e connessa relazione sismica; studio idrologico-idraulico e connessa relazione; progetto di gestione dell'invaso.

Completata questa prima fase, si porterà in esecuzione la seconda fase dell'appalto relativo alla progettazione, complessivamente di 100 (cento) giorni, così distinta:

- Primo step, che si esplicherà in giorni 30 (trenta), con l'esecuzione delle verifiche sismiche ed esame delle fattibilità di miglioramento/adequamento sismico nonché con la redazione del progetto di fattibilità tecnica ed economica;
- Secondo step, che si esplicherà in giorni 45 (quarantacinque), con la redazione del progetto definitivo;
- terzo step, che si esplicherà in giorni 25 (venticinque), con la redazione del progetto esecutivo.

25.2 – Progetto di fattibilità tecnica ed economica

25.2.1 - Principi e finalità

1. La redazione del progetto di fattibilità, oggetto dell'appalto, ha come obiettivo prioritario la determinazione di una serie di soluzioni e di possibili interventi finalizzati al miglioramento della sicurezza strutturale e idraulica dello sbarramento, le cui peculiari tipologie e specifiche caratteristiche discendono dagli esiti degli studi eseguiti nella prima fase dell'appalto, tendo conto del miglior rapporto tra benefici e costi di costruzione, manutenzione e gestione dell'impianto di ritenuta e dell'invaso.

Il progetto di fattibilità tecnica ed economica è redatto sulla base delle indicazioni dello studio di fattibilità adeguato al parere espresso dalla Direzione Generale Dighe.

Come da specifica richiesta dell'Ufficio Tecnico per le Dighe, le soluzioni progettuali alternative o innovative dovranno essere, altresì, confrontate con quelle di cui al progetto esecutivo "Serbatoio Olivo -

Interventi di ripristino della funzionalità del serbatoio, dello sbarramento e della derivazione irrigua” redatto nell’anno 2004, approvato con prescrizioni dal Registro Italiano Dighe (prot. n. 9550/UCPL del 26/10/2006), ed oggetto di una prima revisione nell’anno 2007.

2. Nella fattispecie il progetto di fattibilità dovrà definire i seguenti tipi di interventi:
 - a) nel caso in cui la verifica sismica abbia avuto esito negativo, i possibili interventi di adeguamento sismico dello sbarramento e/o delle opere accessorie;
 - b) a seguito degli esiti dello studio dei moti di filtrazione in fondazione, i possibili interventi per il miglioramento della capacità di tenuta idraulica dello sbarramento, quali la realizzazione di schermo di iniezioni di impermeabilizzazioni dal cunicolo perimetrale della diga ed esecuzioni di iniezioni cementizie a bassa pressione in corrispondenza dei giunti del cunicolo;
 - c) a seguito degli esiti dello studio idrologico-idraulico, i possibili interventi di adeguamento della capacità dello scarico di fondo, mediante la riconfigurazione dell’attuale dispositivo o la realizzazione di una nuova opera di imbocco dello scarico, quale una torre innestata sulla galleria di scarico esistente oppure tramite altre soluzioni finalizzate a migliorare la sicurezza idraulica della diga.
 - d) a seguito degli esiti dello studio idrologico-idraulico, i possibili interventi di adeguamento della capacità dello scarico di superficie, mediante la riconfigurazione dell’attuale dispositivo o la realizzazione di un nuovo scarico oppure tramite altre soluzioni finalizzate a migliorare la sicurezza idraulica della diga.
3. Il progetto di fattibilità tecnica ed economica, in cui l’aggiudicatario avrà definito una gamma di soluzioni progettuali in rapporto ai diversi ambiti specialistici – studi sismico, dei moti di filtrazione e idrologico-idraulico – sarà sottoposto alla valutazione tecnica del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti – Direzione Generale per le Dighe che individuerà, tra gli interventi proposti, quelli che riterrà più adeguati e perseguibili per migliorare le condizioni di sicurezza dell’impianto di ritenuta, rilasciando in merito il parere di competenza.
4. L’Aggiudicatario dovrà adeguare, senza pretendere altri oneri aggiuntivi, il progetto di fattibilità alle soluzioni tecniche e agli interventi identificati dalla Direzione Generale Dighe in sinergia con la Stazione appaltante, in modo che la versione definitiva dello stesso progetto sia utile per l’acquisizione dei successivi livelli di progettazione.

25.2.2 - Durata

Completata la prima fase dell’appalto, si porterà in esecuzione il primo step della seconda fase dell’appalto che si esplicherà in giorni 30 (trenta), con la redazione del progetto di fattibilità tecnica ed economica per l’individuazione degli interventi descritti nei precedenti punti, corredato delle diverse relazioni tecniche specialistiche.

25.2.3 - Elaborati del progetto di fattibilità tecnica ed economica

25.2.3.1 - Quadro normativo vigente

1. Il progetto di fattibilità tecnica ed economica è definito dall’art. 23 del D.Lgs 50/2016 e ss.mm.ii. che precisa i “Livelli della progettazione per gli appalti, per le concessioni di lavori nonché per i servizi”. Nello specifico il comma 3 dell’art. 23 così recita: «...con decreto del Ministro delle infrastrutture e trasporti, su proposta del Consiglio superiore dei lavori pubblici, di concerto con il Ministro dell’ambiente e della tutela del territorio e del mare e del Ministro dei beni e delle attività culturali e del turismo sono definiti i contenuti della progettazione nei tre livelli progettuali. Fino alla data di entrata in vigore di detto decreto, si applica l’articolo 216, comma 4». L’art. 216 comma 4 del D.Lgs 50/2016 è di seguito riportato: ... "Fino alla data di entrata in vigore del decreto di cui all'articolo 23, comma 3 del, continuano ad applicarsi le disposizioni di cui alla parte II, titolo II, capo I (articoli da 14 a 43: contenuti della progettazione) e titolo XI, capi I e II (articoli da 239 a 247: lavori sul patrimonio culturale), nonché gli allegati o le parti di allegati ivi richiamate, con esclusione dell'articolo 248, del decreto del Presidente della Repubblica 5 ottobre 2010, n. 207. In atto non è stato emesso dal Ministro delle infrastrutture e trasporti il decreto di cui sopra, quindi i contenuti del progetto di fattibilità tecnico ed economica sono riportati nel D.P.R. 207/2010 negli articoli che restano in vigore nel periodo transitorio, e nell’art. 23 commi 5 e 6 del D.Lgs 50/2016 e ss.mm.ii.

2. Tuttavia, nel caso in cui, durante e prima della conclusione della prestazione, dovessero entrare in vigore altre prescrizioni di legge, i requisiti per la redazione del progetto di fattibilità testé disciplinati potranno subire modifiche per adeguarsi alle nuove norme, fermi restando gli obiettivi prestabiliti dalla Stazione appaltante e senza che l'aggiudicatario abbia a pretendere oneri aggiuntivi al compenso contrattualizzato.

25.2.3.2 - Documenti costituenti il progetto di fattibilità

1. La progettazione di fattibilità tecnica ed economica definisce le caratteristiche qualitative e funzionali dei lavori, il quadro delle esigenze da soddisfare e delle specifiche prestazioni da fornire; evidenzia le aree impegnate, le relative eventuali fasce di rispetto e le occorrenti misure di salvaguardia, nonché le specifiche funzionali ed i limiti di spesa delle opere da realizzare, ivi compreso il limite di spesa per gli eventuali interventi e misure compensative dell'impatto territoriale e sociale e per le infrastrutture ed opere connesse, necessarie alla realizzazione.
2. Il progetto deve stabilire i profili e le caratteristiche più significative dell'intervento proposto e deve essere composto dai seguenti elaborati.
 - a) relazione illustrativa;
 - b) relazione tecnica/specialistica;
 - c) relazione geologica;
 - d) studio di prefattibilità ambientale;
 - e) planimetria generale e elaborati grafici;
 - f) prime indicazioni e misure finalizzate alla tutela della salute e sicurezza dei luoghi di lavoro per la stesura dei piani di sicurezza con una stima dei costi della sicurezza e una valutazione delle possibili interferenze;
 - g) calcolo sommario della spesa e quadro economico di progetto.

25.2.3.3 - Relazione illustrativa

La relazione illustrativa dà chiara e precisa nozione di quelle circostanze che non possono risultare dai disegni e che hanno influenza sulla scelta e sulla riuscita del progetto. Nello specifico essa considera:

- a) descrizione dettagliata della soluzione;
- b) sintesi delle indagini e considerazioni fatte per definire la scelta progettuale proposta;
- c) l'esito degli accertamenti in ordine agli eventuali vincoli di natura storica, artistica, archeologica, paesaggistica o di qualsiasi altra natura interferenti sulle aree o sugli immobili interessati;
- d) aspetti funzionali ed interrelazionali dei diversi elementi del progetto anche in riferimento al quadro delle esigenze e dei bisogni da soddisfare;
- e) accertamento in ordine alla disponibilità delle aree ed immobili da utilizzare, alle relative modalità di acquisizione, ai prevedibili oneri;
- f) l'accertamento della disponibilità dei pubblici servizi e delle modalità dei relativi allacciamenti;
- g) accertamento in ordine alle interferenze con pubblici servizi presenti lungo il tracciato, la proposta di soluzione ed i prevedibili oneri;
- h) cronoprogramma delle fasi attuative, con l'indicazione dei tempi massimi di svolgimento delle varie attività di progettazione, approvazione, affidamento, esecuzione e collaudo;
- i) indicazioni, utilizzo e manutenzione delle opere, degli impianti e dei servizi esistenti.

25.2.3.4 - Relazione tecnica/specialistica

1. La relazione riporta lo sviluppo e le risultanze degli studi specialistici già eseguiti nella prima fase dell'appalto e indica requisiti e prestazioni che devono essere riscontrate nei diversi interventi prospettati, come meglio definiti nel precedente punto 24.1.2 del presente capitolato.
2. La relazione tecnica descrive nel dettaglio le indagini effettuate e la caratterizzazione del progetto,

rappresenta e motiva le scelte tecniche effettuate. I principali argomenti che devono essere contenuti nella relazione tecnica:

- a) geologia;
 - b) geotecnica;
 - c) sismica;
 - d) studio preliminare di inserimento urbanistico e vincoli;
 - e) censimento delle interferenze (con le ipotesi di risoluzione delle principali interferenze riscontrate e preventivo di costo);
 - f) piano di gestione delle materie con ipotesi di soluzione delle esigenze di cave e discariche;
 - g) funzionalità degli interventi;
 - h) strutture ed opere d'arte;
 - i) tracciato plano-altimetrico e sezioni tipo (per opere a rete);
 - j) impianti e sicurezza;
 - k) idrologia;
 - l) idraulica;
 - m) strutture;
3. In merito agli interventi di adeguamento di opere esistenti, la relazione tecnica dovrà contenere inoltre:
- n) dettagliato resoconto sugli aspetti tipologici e costruttivi, consistenza e stato di manutenzione dell'opera da adeguare;
 - o) la destinazione finale delle zone dismesse;
 - p) chiare indicazioni sulle fasi esecutive necessarie per garantire l'esercizio durante la costruzione dell'intervento (se previsto).

25.2.3.5 - Relazione geologica

La relazione geologica contiene gli esiti e lo sviluppo delle indagini e degli studi geologici già eseguiti nella prima fase dell'appalto e finalizzati a supportare le scelte progettuali individuate e prospettate per i diversi ambiti specialistici affrontati: rivalutazione della sicurezza sismica e della sicurezza idrologico-idraulica, come riportato nel precedente punto 1 del presente capitolato.

25.2.3.6 - Studio di prefattibilità ambientale

1. Lo studio di prefattibilità ambientale in relazione alla tipologia, categoria e all'entità dell'intervento e allo scopo di ricercare le condizioni che consentano la salvaguardia nonché un miglioramento della qualità ambientale e paesaggistica del contesto territoriale comprende:
 - a. la verifica, anche in relazione all'acquisizione dei necessari pareri amministrativi, di compatibilità dell'intervento con le prescrizioni di eventuali piani paesaggistici, territoriali ed urbanistici sia a carattere generale che settoriale;
 - b. lo studio sui prevedibili effetti della realizzazione dell'intervento e del suo esercizio sulle componenti ambientali e sulla salute dei cittadini;
 - c. l'illustrazione, in funzione della minimizzazione dell'impatto ambientale, delle ragioni della scelta del sito e della soluzione progettuale prescelta nonché delle possibili alternative localizzative e tipologiche;
 - d. la determinazione delle misure di compensazione ambientale e degli eventuali interventi di ripristino, riqualificazione e miglioramento ambientale e paesaggistico, con la stima dei relativi costi da inserire nei piani finanziari dei lavori;
 - e. l'indicazione delle norme di tutela ambientale che si applicano all'intervento e degli eventuali limiti posti dalla normativa di settore per l'esercizio di impianti, nonché l'indicazione dei criteri tecnici che si intendono adottare per assicurarne il rispetto.
2. Nel caso di interventi ricadenti sotto la procedura di valutazione di impatto ambientale, lo studio di prefattibilità ambientale, contiene le informazioni necessarie allo svolgimento della fase di selezione

preliminare dei contenuti dello studio di impatto ambientale. Nel caso di interventi per i quali si rende necessaria la procedura di selezione prevista dalle direttive comunitarie lo studio di prefattibilità ambientale consente di verificare che questi non possono causare impatto ambientale significativo ovvero deve consentire di identificare misure prescrittive tali da mitigare tali impatti.

25.2.3.7 - Elaborati grafici

1. Gli elaborati grafici, redatti in scala opportuna e debitamente quotati, con le necessarie differenziazioni in relazione alla dimensione, alla categoria e alla tipologia dell'intervento.
2. Devono inoltre essere presenti gli schemi grafici e sezioni schematiche nel numero, nell'articolazione e nelle scale necessarie a permettere l'individuazione di massima di tutte le caratteristiche spaziali, tipologiche, funzionali e tecnologiche delle opere e dei lavori da realizzare, integrati da tabelle relative ai parametri da rispettare. Nello specifico:
 - a) da sezioni trasversali correnti, in numero adeguato per una corretta valutazione preliminare delle quantità da utilizzare nella quantificazione dei costi dell'opera;
 - b) da elaborati che consentano, mediante piante, prospetti e sezioni in scala adeguata, la definizione di tutti i manufatti speciali che l'intervento richiede;
 - c) da elaborati che riassumono i criteri di sicurezza previsti per l'esercizio dell'infrastruttura;
 - d) da elaborati tipologici che consentano, mediante piante, prospetti e sezioni in scala adeguata, la definizione di tutte le opere correnti e minori che l'intervento richiede;
 - e) da elaborati che consentano, mediante schemi, piante e sezioni in scala adeguata, la definizione delle componenti impiantistiche presenti nel progetto.

25.2.3.8 - Calcolo sommario della spesa e quadro economico

1. Il calcolo sommario della spesa è effettuato, per quanto concerne le opere o i lavori, applicando alle quantità caratteristiche degli stessi, i corrispondenti prezzi parametrici dedotti dai costi standardizzati. In assenza di costi standardizzati, applicando parametri desunti da interventi similari realizzati, ovvero redigendo un computo metrico estimativo di massima.
2. Il quadro economico, comprende, oltre all'importo per lavori determinato nel calcolo sommario della spesa, gli oneri della sicurezza non soggetti a ribasso, e le somme a disposizione della stazione appaltante, determinate attraverso valutazioni effettuate in sede di accertamenti preliminari.

25.2.4 - Presentazione, consegna e sottoscrizione degli elaborati

1. Tutti gli elaborati devono essere sottoscritti dal progettista o dai progettisti responsabili degli stessi nonché dal progettista responsabile dell'integrazione fra le varie prestazioni specialistiche.
2. Al termine della prestazione, a qualsiasi livello di progettazione così come in caso di eventuale variante, il progettista dovrà consegnare:
 - a) elaborati grafici: tre copie complete su carta sottoscritte dai progettisti; due copie su supporto informatico in formati standardizzati non protetti, compatibili, riproducibili, copiabili e modificabili con i più diffusi programmi software disponibili in commercio; ed in particolare una copia dei file in formato DWG e una copia in formato PDF;
 - b) elaborati di testo: tre copie complete su carta sottoscritte dai progettisti; due copie su supporto informatico in formati standardizzati non protetti, compatibili, riproducibili, copiabili e modificabili con i più diffusi programmi software disponibili in commercio; ed in particolare una copia dei file in formato DOC e, ove occorre, in XLS, nonché una copia in formato PDF;
 - c) elaborati fotografici: tre copie complete su carta sottoscritte dai progettisti; una copia su supporto informatico in formato PDF, non protetto, compatibile, riproducibile, copiabile e modificabile con i più diffusi programmi software disponibili in commercio; il supporto dovrà contenere anche i file in formato JPEG delle immagini e fotografie utilizzate.

2. Il Responsabile del procedimento, a sua discrezione, potrà richiedere altri formati e/o estensioni dei suddetti elaborati progettuali, differenti da quelli sopra menzionati. Non dovranno esserci discordanze tra la versione cartacea e quella su supporto informatico del progetto.
3. L'Aggiudicatario ha inoltre l'obbligo di produrre eventuali altre copie degli elaborati progettuali che, ad insindacabile giudizio del R.U.P., dovessero occorrere per l'ottenimento di pareri e nulla osta, propedeutici all'approvazione finale del progetto, senza che ciò costituisca motivo di richiesta di ulteriori oneri da parte del progettista.

25.2.5 - Verifica, acquisizione pareri e approvazione del progetto

1. Il progetto di fattibilità tecnica ed economica proposto potrà essere sottoposto a verifica, pertanto dovranno essere recepite e apportate al progetto le modifiche o integrazioni richieste dalla Stazione appaltante senza che ci sia la richiesta di nessun onere aggiuntivo.
2. Il progetto di fattibilità tecnica ed economica, in cui l'aggiudicatario avrà definito una gamma di soluzioni progettuali in rapporto ai diversi ambiti specialistici - studi sismico, dei moti di filtrazione e idrologico-idraulico - sarà sottoposto alla valutazione tecnica del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - Direzione Generale per le Dighe che individuerà, tra gli interventi proposti, quelli che riterrà più idonei e perseguibili per migliorare le condizioni di sicurezza dell'impianto di ritenuta, rilasciando in merito il parere di competenza.
3. L'Aggiudicatario avrà l'obbligo di predisporre, senza pretendere oneri aggiuntivi, relazioni, elaborati, rappresentazioni, illustrazioni e ogni altro atto necessario, ancorché non specificato in precedenza, necessari all'acquisizione del suddetto parere dell'Autorità di Vigilanza ed altresì delle autorizzazioni, dei nulla osta, dei certificati, delle attestazioni e di ogni altro atto di assenso comunque denominato, ovvero di deposito di denunce di inizio attività o altri adempimenti simili, anche presso amministrazione ed enti diversi, in particolare per il conseguimento, ove necessari o prescritti dall'ordinamento:
 - a) in materia di dighe;
 - b) in materia sanitaria o igienico-sanitarie;
 - c) in materia di prevenzione incendi;
 - d) in materia di strutture armate o in relazione alla disciplina per le costruzioni in zona sismica;
 - e) in materia storica e/o architettonica ex titolo I del decreto legislativo n. 490 del 1999;
 - f) in materia ambientale e/o paesaggistica ex titolo II del decreto legislativo n. 490 del 1999;
 - g) in materia di vincolo idrogeologico, di vincolo idrico-fluviale o idrico-demaniale;
 - h) in materia di accessi, svincoli o altre connessioni con la viabilità provinciale, regionale o statale;
 - i) in materia di approvvigionamento delle risorse energetiche e di collegamento alle reti relative al ciclo delle acque, anche tramite semplici allacciamenti ai soggetti erogatori dei pubblici servizi, compresa la definizione dei relativi costi e contributi necessari a tali allacciamenti;
 - j) in materia edilizia e urbanistica;
 - k) in materia di valutazione di impatto ambientale.
4. L'Aggiudicatario dovrà altresì adeguare il progetto di fattibilità alle soluzioni tecniche, tra le diverse proposte, individuate dalla Direzione Generale Dighe come le più idonee a perseguire il miglioramento delle condizioni di sicurezza dello sbarramento, come richiamato nel precedente punto 25.1.
5. La prestazione progettuale comprende altresì tutti gli adempimenti eventualmente necessari o prescritti per la valutazione e l'approvazione del progetto in ambito di conferenza di servizi, nonché la partecipazione personale o tramite propri associati alla stessa conferenza di servizi, qualora a tali conferenze sia stato convocato il progettista.

25.2.6 - Relazioni con la Stazione appaltante e con le istituzioni

1. Da parte dell'Aggiudicatario/gruppo di progettazione dovrà essere garantita una disponibilità costante, presso la sede della Stazione appaltante e/o la sede di svolgimento dei servizi in appalto, prevedendo sopralluoghi, incontri e riunioni con lo scopo di affrontare e superare eventuali problematiche progettuali da attestare tramite annotazioni, verbali e documenti, in merito a quanto rilevato, concordato

e stabilito, nonché alle decisioni prese ed alle misure adottate.

2. L'aggiudicatario, ove richiesto dalla Stazione Appaltante, potrà essere chiamato a partecipare direttamente ad eventuali incontri con il Ministero dell'Infrastrutture – Direzione Generale Dighe, in qualità di Autorità di vigilanza, e/o con altre istituzioni ed enti preposti, inerenti aspetti e valutazioni tecniche sul progetto di fattibilità tecnica ed economica.

25.3 – Progetto definitivo

25.3.1 - Documentazione ed elaborati del progetto definitivo

1. Il progetto definitivo è redatto sulla base delle indicazioni del progetto preliminare approvato e di quanto emerso in sede di eventuale conferenza di servizi, contiene tutti gli elementi necessari ai fini del rilascio della concessione edilizia, dell'accertamento di conformità urbanistica o di altro atto equivalente, nonché dell'acquisizione di pareri tecnici o amministrativi anche esterni agli organi della stazione appaltante.
2. Il progetto definitivo comprende:
 - a) relazione descrittiva;
 - b) relazioni geologica, geotecnica, idrologica, idraulica, sismica;
 - c) relazioni tecniche specialistiche;
 - d) rilievi planoaltimetrici e studio di inserimento urbanistico;
 - e) elaborati grafici;
 - f) studio di impatto ambientale ove previsto dalle vigenti normative ovvero studio di fattibilità ambientale;
 - g) calcoli preliminari delle strutture e degli impianti;
 - h) disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici;
 - i) piano particellare di esproprio;
 - l) computo metrico estimativo;
 - m) quadro economico.
3. La documentazione di cui al comma 2, lettere b), f) e g) è prescritta solo in quanto necessaria in relazione alle caratteristiche del sito sul quale si interviene o in quanto prevista dalla vigente normativa, ad eccezione della relazione geologica che è sempre necessaria qualora trattasi di interventi di nuova costruzione, di ricostruzione, di ampliamento o di ristrutturazione edilizia.
4. La documentazione di cui al comma 2, lettera i) è prescritta ogni qualvolta l'intervento interessi l'occupazione, temporanea o permanente di suoli o altri immobili di proprietà di soggetti diversi dall'amministrazione, ovvero l'espropriazione o l'asservimento con diritti reali degli stessi suoli o altri immobili.
5. Gli elaborati grafici e descrittivi nonché i calcoli preliminari sono sviluppati ad un livello di definizione tale che nella successiva progettazione esecutiva non si abbiano apprezzabili differenze tecniche o di costo.

25.3.2 - Relazioni tecniche

1. La relazione descrittiva di cui all'articolo 1.2.1, lettera a), fornisce i chiarimenti atti a dimostrare la rispondenza del progetto alle finalità dell'intervento, il rispetto del prescritto livello qualitativo, dei conseguenti costi e dei benefici attesi.
2. In particolare la relazione:
 - a) descrive, con riferimento ai singoli punti della relazione illustrativa del progetto preliminare, i criteri utilizzati per le scelte progettuali, gli aspetti dell'inserimento dell'intervento sul territorio, le caratteristiche prestazionali e descrittive dei materiali scelti, i criteri di progettazione delle strutture e degli impianti, in particolare per quanto riguarda la sicurezza, la funzionalità e l'economia di gestione;

- b) riferisce in merito a tutti gli aspetti riguardanti la topografia, la geologia, l'idrologia, il paesaggio, l'ambiente che sono stati esaminati e risolti in sede di progettazione attraverso lo studio di fattibilità ambientale, ove previsto, nonché attraverso i risultati di apposite indagini e studi specialistici;
 - c) indica le eventuali cave e discariche da utilizzare per la realizzazione dell'intervento con la specificazione dell'avvenuta autorizzazione;
 - d) riferisce in merito all'idoneità delle reti esterne dei servizi atti a soddisfare le esigenze connesse all'esercizio dell'intervento da realizzare e in merito alla verifica sulle interferenze delle reti aeree e sotterranee con i nuovi manufatti;
 - e) contiene le motivazioni che hanno indotto il progettista ad apportare variazioni alle indicazioni contenute nel progetto preliminare;
 - f) riferisce in merito al tempo necessario per la redazione del progetto esecutivo aggiornando, se del caso, quello indicato nel cronoprogramma del progetto preliminare.
3. La relazione geologica comprende, sulla base di specifiche indagini geologiche, la identificazione delle formazioni presenti nel sito, lo studio dei tipi litologici, della struttura e dei caratteri fisici del sottosuolo, definisce il modello geologico-tecnico del sottosuolo, illustra e caratterizza gli aspetti stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici, litotecnici e fisici nonché il conseguente livello di pericolosità geologica e il comportamento in assenza e in presenza delle opere previste.
 4. La relazione geotecnica definisce, alla luce di specifiche indagini geotecniche, il comportamento meccanico del volume di terreno influenzato, direttamente o indirettamente, dalla costruzione del manufatto e che a sua volta influenzerà il comportamento del manufatto stesso. Illustra inoltre i calcoli geotecnici per gli aspetti che si riferiscono al rapporto del manufatto con il terreno.
 5. Le relazioni idrologica e idraulica riguardano lo studio delle acque meteoriche, superficiali e sotterranee. Gli studi devono indicare le fonti dalle quali provengono gli elementi elaborati ed i procedimenti usati nella elaborazione per dedurre le grandezze di interesse.
 6. Ove la progettazione implichi la soluzione di questioni specialistiche, queste formano oggetto di apposite relazioni che definiscono le problematiche e indicano le soluzioni da adottare in sede di progettazione esecutiva.

25.3.3 - Studio di impatto ambientale e studio di fattibilità ambientale

1. Lo studio di impatto ambientale, ove previsto dalla normativa vigente, è redatto secondo le norme tecniche che disciplinano la materia ed è predisposto contestualmente al progetto definitivo sulla base dei risultati della fase di selezione preliminare dello studio di impatto ambientale, nonché dei dati e delle informazioni raccolte nell'ambito del progetto stesso anche con riferimento alle cave e alle discariche.
2. Lo studio di fattibilità ambientale, tenendo conto delle elaborazioni a base del progetto definitivo, approfondisce e verifica le analisi sviluppate nella fase di redazione del progetto preliminare, ed analizza e determina le misure atte a ridurre o compensare gli effetti dell'intervento sull'ambiente e sulla salute, ed a riqualificare e migliorare la qualità ambientale e paesaggistica del contesto territoriale avuto riguardo agli esiti delle indagini tecniche, alle caratteristiche dell'ambiente interessato dall'intervento in fase di cantiere e di esercizio, alla natura delle attività e lavorazioni necessarie all'esecuzione dell'intervento, e all'esistenza di vincoli sulle aree interessate. Esso contiene tutte le informazioni necessarie al rilascio delle prescritte autorizzazioni e approvazioni in materia ambientale.

25.3.4 - Elaborati grafici del progetto definitivo

1. Gli elaborati grafici descrivono le principali caratteristiche dell'intervento da realizzare; essi individuano le caratteristiche delle fondazioni e sono redatti nelle opportune scale in relazione al tipo di opera o di lavoro, puntuale o a rete, da realizzare, ad un livello di definizione tale che nella successiva fase di progettazione esecutiva non si abbiano significative differenze tecniche e di costo.
2. Per gli edifici, i grafici sono costituiti, salva diversa motivata indicazione del progetto preliminare e salva diversa determinazione del responsabile del procedimento, da:
 - a) stralcio dello strumento urbanistico generale o attuativo con l'esatta indicazione dell'area interessata all'intervento;

- b) planimetria d'insieme in scala non inferiore a 1:500, con le indicazioni delle curve di livello dell'area interessata all'intervento, con equidistanza non superiore a cinquanta centimetri, delle strade, della posizione, sagome e distacchi delle eventuali costruzioni confinanti e delle eventuali alberature esistenti con la specificazione delle varie essenze;
 - c) planimetria in scala non inferiore a 1:500 con l'ubicazione delle indagini geologiche;
 - d) planimetria in scala non inferiore a 1:200, in relazione alle dimensioni dell'intervento, con indicazione delle indagini geotecniche e sezioni, nella stessa scala, che riportano il modello geotecnico del sottosuolo;
 - e) planimetria in scala non inferiore a 1:200, in relazione alle dimensioni dell'intervento, corredata da due o più sezioni atte a illustrare tutti i profili significativi dell'intervento, anche in relazione al terreno, alle strade ed agli edifici circostanti, prima e dopo la realizzazione, nella quale risultino precisati la superficie coperta di tutti i corpi di fabbrica. Tutte le quote altimetriche relative sia al piano di campagna originario sia alla sistemazione del terreno dopo la realizzazione dell'intervento, sono riferite ad un caposaldo fisso. La planimetria riporta la sistemazione degli spazi esterni indicando le recinzioni, le essenze arboree da rimuovere e quelle da porre a dimora e le eventuali superfici da destinare a parcheggio; è altresì integrata da una tabella riassuntiva di tutti gli elementi geometrici del progetto: superficie dell'area, volume dell'edificio, superficie coperta totale e dei singoli piani e ogni altro utile elemento;
 - f) le piante dei vari livelli, nella scala prescritta dai regolamenti edilizi o da normative specifiche e comunque non inferiore a 1:100 con l'indicazione delle destinazioni d'uso, delle quote planimetriche e altimetriche e delle strutture portanti. Le quote altimetriche sono riferite al caposaldo di cui alla lettera c) e in tutte le piante sono indicate le linee di sezione di cui alla lettera e);
 - g) un numero adeguato di sezioni, trasversali e longitudinali nella scala prescritta da regolamenti edilizi o da normative specifiche e comunque non inferiore a 1:100, con la misura delle altezze nette dei singoli piani, dello spessore dei solai e della altezza totale dell'edificio. In tali sezioni è altresì indicato l'andamento del terreno prima e dopo la realizzazione dell'intervento, lungo le sezioni stesse, fino al confine ed alle eventuali strade limitrofe. Tutte le quote altimetriche sono riferite allo stesso caposaldo di cui alla lettera e);
 - h) tutti i prospetti, a semplice contorno, nella scala prescritta da normative specifiche e comunque non inferiore a 1:100 completi di riferimento alle altezze e ai distacchi degli edifici circostanti, alle quote del terreno e alle sue eventuali modifiche. Se l'edificio è adiacente ad altri fabbricati, i disegni dei prospetti comprendono anche quelli schematici delle facciate adiacenti;
 - i) elaborati grafici nella diversa scala prescritta da normative specifiche e comunque non inferiore a 1:100 atti ad illustrare il progetto strutturale nei suoi aspetti fondamentali, in particolare per quanto riguarda le fondazioni;
 - j) schemi funzionali e dimensionamento di massima dei singoli impianti, sia interni sia esterni;
 - k) planimetrie e sezioni in scala non inferiore a 1:100, in cui sono riportati i tracciati principali delle reti impiantistiche esterne e la localizzazione delle centrali dei diversi apparati, con l'indicazione del rispetto delle vigenti norme in materia di sicurezza, in modo da poterne determinare il relativo costo;
3. Le prescrizioni di cui al comma 2 si riferiscono agli edifici. Esse valgono per gli altri lavori e opere puntuali per quanto possibile e con gli opportuni adattamenti, concordati con il responsabile del procedimento.
4. Per interventi su opere esistenti, gli elaborati indicano, con idonea rappresentazione grafica, mediante retini o colorazioni indelebili, comunque in modo inequivocabile, le parti conservate, quelle da demolire o rimuovere e quelle nuove.
5. Per i lavori e le opere a rete i grafici sono costituiti, oltre che da quelli già predisposti con il progetto preliminare, e salva diversa motivata determinazione del responsabile del procedimento, anche dai seguenti elaborati, nelle scale adeguate:
- a) stralcio dello strumento urbanistico generale o attuativo con l'esatta indicazione dei tracciati dell'intervento; se sono necessari più stralci è redatto anche un quadro d'insieme;

- b) planimetria con le indicazioni delle curve di livello delle aree interessate dall'intervento, con equidistanza non superiore a un metro, dell'assetto definitivo dell'intervento e delle parti complementari; se sono necessarie più planimetrie è redatto anche un quadro d'insieme;
 - c) profili longitudinali con chiara indicazione delle lunghezze, delle altezze e delle sezioni trasversali;
 - d) piante, sezioni e prospetti di tutte le opere d'arte, manufatti e opere speciali comunque riconducibili ad opere puntuali, secondo i criteri di cui al comma 2.
6. Per ogni intervento, indipendentemente dalla tipologia e categoria, gli elaborati grafici del progetto definitivo comprendono la rappresentazione delle opere e dei lavori necessari ad evitare effetti negativi sull'ambiente e sul paesaggio in relazione all'attività di cantiere, comprendendo:
- a) uno studio della viabilità di accesso ai cantieri, ed eventualmente la progettazione di quella provvisoria, in modo che siano contenuti l'interferenza con il traffico locale e il pericolo per le persone e per l'ambiente;
 - b) l'indicazione degli accorgimenti atti a evitare inquinamenti del suolo, acustici, idrici e atmosferici;
 - c) la localizzazione delle cave eventualmente necessarie e la valutazione del tipo e della quantità di materiali da prelevare, nonché delle esigenze di eventuale ripristino ambientale finale.

25.3.5 - Calcoli preliminari delle strutture e degli impianti

I calcoli preliminari delle strutture e degli impianti devono consentire di determinare tutti gli elementi dimensionali, dimostrandone la piena compatibilità con l'aspetto architettonico ed impiantistico e più in generale con tutti gli altri aspetti del progetto. I calcoli delle strutture comprendono i criteri di impostazione del calcolo, le azioni, i criteri di verifica e la definizione degli elementi strutturali principali che interferiscono con l'aspetto architettonico e con le altre categorie di opere.

I calcoli degli impianti devono permettere, altresì, la definizione degli eventuali volumi tecnici necessari e, per quanto riguarda le reti e le apparecchiature degli impianti, anche la specificazione delle caratteristiche.

I calcoli di dimensionamento e di verifica delle strutture e degli impianti devono essere sviluppati ad un livello di definizione tale che nella successiva progettazione esecutiva non si abbiano significative differenze tecniche e di costo. Nel caso di calcoli elaborati con l'impiego di programmi informatizzati, la relazione di calcolo specifica le ipotesi adottate e fornisce indicazioni atte a consentirne la piena leggibilità.

25.3.6 - Disciplinare descrittivo e prestazionale

Il disciplinare descrittivo e prestazionale precisa, sulla base delle specifiche tecniche, tutti i contenuti prestazionali tecnici degli elementi previsti nel progetto; esso contiene, inoltre, la descrizione, anche sotto il profilo estetico, delle caratteristiche, della forma e delle principali dimensioni dell'intervento, dei materiali e di componenti previsti nel progetto.

25.3.7 - Elenco dei prezzi unitari, computo metrico estimativo e quadro economico del progetto definitivo

Il computo metrico-estimativo viene redatto applicando alle quantità delle lavorazioni i prezzi unitari riportati nell'apposito elenco dei prezzi unitari, dedotti dai prezziari dell'amministrazione o dai listini correnti nell'area interessata ovvero dai prezzi che il progettista, sulla base del proprio apprezzamento tecnico scientifico di tipo discrezionale, ritenga di applicare, anche in relazione alla situazione di mercato per la zona e lavori analoghi.

Per eventuali voci mancanti o per prezzi unitari non determinabili ai sensi del precedente comma, il relativo prezzo viene determinato mediante regolare analisi come di seguito descritto:

- a) applicando alle quantità di materiali, mano d'opera, noli e trasporti, necessari per la realizzazione delle quantità unitarie di ogni voce, i rispettivi prezzi elementari dedotti da listini ufficiali o dai listini delle locali camere di commercio ovvero, in difetto, dai prezzi correnti di mercato;
- b) aggiungendo ulteriormente una percentuale variabile tra il 13 e il 15 per cento, a seconda della categoria e tipologia dei lavori, per spese generali;
- c) aggiungendo infine una percentuale del 10 per cento per utile dell'appaltatore.

In relazione alle specifiche caratteristiche dell'intervento il computo metrico estimativo può prevedere le somme da accantonare per eventuali lavori in economia, da prevedere nel contratto d'appalto o da inserire nel quadro economico tra quelle a disposizione dell'amministrazione.

L'elaborazione della stima sommaria dell'intervento deve essere effettuata attraverso programmi di gestione informatizzata; i programmi devono essere preventivamente accettati dal responsabile del procedimento.

Il risultato del computo metrico estimativo dell'intervento e delle espropriazioni confluisce nel quadro economico dell'intervento.

Le varie voci di lavoro del computo metrico estimativo vanno aggregate secondo le rispettive categorie di appartenenza, generali e specializzate, allo scopo di rilevare i rispettivi importi, in relazione ai quali individuare:

- la categoria prevalente;
- le categorie scorporabili di importo superiore al 10% dell'importo totale dei lavori oppure a 150.000 euro e subappaltabili a scelta del concorrente;
- nell'ambito delle categorie suddette, quelle di cui all'art. 89, comma 11, del codice, definite strutture, impianti ed opere speciali;
- quelle ricadenti nel sopra indicato comma 11 che superano il 10%.

25.3.8 - Acquisizione dei pareri e approvazione dei progetti - Conferenza di servizi

La prestazione progettuale relativa al progetto definitivo comprende tutti gli adempimenti tecnici, con la formazione di relazioni, elaborati, rappresentazioni, illustrazioni e ogni altro atto necessario, ancorché non specificato in precedenza, necessari all'acquisizione dei pareri, delle autorizzazioni, dei nulla osta, dei certificati, delle attestazioni e di ogni altro atto di assenso, comunque denominato, ovvero di deposito di denunce di inizio attività o altri adempimenti simili, anche presso amministrazione ed enti diversi, in particolare per il conseguimento, ove necessari o prescritti dall'ordinamento:

- a) in materia di dighe;
- b) in materia sanitaria o igienico-sanitarie;
- c) in materia di prevenzione incendi;
- d) in materia di strutture armate o in relazione alla disciplina per le costruzioni in zona sismica;
- e) in materia storica e/o architettonica ex titolo I del decreto legislativo n. 490 del 1999;
- f) in materia ambientale e/o paesaggistica ex titolo II del decreto legislativo n. 490 del 1999;
- g) in materia di vincolo idrogeologico, di vincolo idrico-fluviale o idrico-demaniale;
- h) in materia di accessi, svincoli o altre connessioni con la viabilità provinciale, regionale o statale;
- i) in materia di approvvigionamento delle risorse energetiche e di collegamento alle reti relative al ciclo delle acque, anche tramite semplici allacciamenti ai soggetti erogatori dei pubblici servizi, compresa la definizione dei relativi costi e contributi necessari a tali allacciamenti;
- l) in materia edilizia e urbanistica;
- m) in materia di valutazione di impatto ambientale.

La prestazione progettuale comprende tutti gli adempimenti di cui al primo periodo, eventualmente necessari o prescritti per la richiesta o l'ottenimento di finanziamenti da parte di soggetti diversi dall'amministrazione.

La prestazione progettuale comprende altresì tutti gli adempimenti di cui al primo periodo, eventualmente necessari o prescritti per la valutazione e l'approvazione del progetto in ambito di conferenza di servizi, nonché la partecipazione personale o tramite propri associati alla stessa conferenza di servizi, qualora a tali conferenze sia stato convocato il progettista.

Nel progetto definitivo sono comprese le prestazioni relative alla eventuale redazione e presentazione di una relazione che attesti la conformità del progetto alle prescrizioni urbanistiche ed edilizie, nonché l'esistenza dei nulla osta di conformità alle norme di sicurezza, sanitarie, ambientali e paesistiche, ai sensi dell'articolo 4, comma 16, del decreto-legge n. 398 del 1993, convertito dalla legge n. 493 del 1993, come sostituito dall'articolo 2, comma 60, della legge n. 662 del 1996 (1), nonché di una eventuale relazione che attesti la conformità alle disposizioni in materia di eliminazione e superamento delle barriere architettoniche di cui ai

sensi dell'articolo 24, comma 3, della legge n. 104 del 1992 e all'articolo 21, comma 1, decreto del Presidente della Repubblica 24 luglio 1996, n. 503.

25.4 – Progetto esecutivo

25.4.1 - Documentazione ed elaborati del progetto esecutivo

Il progetto esecutivo costituisce l'espressione attuativa e cantierabile di tutte le lavorazioni e, pertanto, definisce compiutamente e in ogni particolare architettonico, strutturale ed impiantistico l'intervento da realizzare. Restano esclusi soltanto i piani operativi di cantiere, i piani di approvvigionamenti, nonché i calcoli e i grafici relativi alle opere provvisoriale. Il progetto è redatto nel pieno rispetto del progetto definitivo nonché delle prescrizioni dettate in sede di rilascio dei provvedimenti abilitativi o di accertamento di conformità urbanistica, di conferenza di servizi, di pronuncia di compatibilità ambientale e di altre autorizzazioni obbligatorie, ovvero il provvedimento di esclusione delle procedure, ove previsti.

Il progetto esecutivo comprende:

- a) relazione generale;
- b) relazioni specialistiche;
- c) elaborati grafici comprensivi anche di quelli delle strutture, degli impianti e di ripristino e miglioramento ambientale;
- d) calcoli esecutivi delle strutture e degli impianti;
- e) piani di manutenzione dell'opera e delle sue parti;
- f) piani di sicurezza e di coordinamento;
- g) computo metrico estimativo definitivo e quadro economico;
- h) cronoprogramma;
- i) elenco dei prezzi unitari ed eventuali analisi;
- l) quadro dell'incidenza percentuale della quantità di manodopera per le diverse categorie di cui si compone l'opera o il lavoro;
- m) schema di contratto e capitolato speciale di appalto.

E' vietato prevedere negli atti progettuali che uno o più d'uno degli adempimenti di cui al precedente comma, con particolare riguardo ai particolari costruttivi, ai calcoli strutturali o impiantistici, siano a carico dell'appaltatore ovvero siano da definire in corso d'opera.

La qualità della documentazione e degli elaborati deve essere tale da non rendere necessari interventi successivi di adeguamento.

25.4.2 - Relazioni tecniche

1. La relazione generale descrive in dettaglio, anche attraverso specifici riferimenti agli elaborati grafici e alle prescrizioni del capitolato speciale d'appalto, i criteri utilizzati per le scelte progettuali esecutive, per i particolari costruttivi e per il conseguimento e la verifica dei prescritti livelli di sicurezza e qualitativi. Se il progetto prevede l'impiego di componenti prefabbricati, la relazione precisa le caratteristiche illustrate negli elaborati grafici e le prescrizioni del capitolato speciale d'appalto riguardanti le modalità di presentazione e di approvazione dei componenti da utilizzare.

2. La relazione generale contiene l'illustrazione dei criteri seguiti e delle scelte effettuate per individuare sul piano contrattuale e sul piano costruttivo le soluzioni spaziali, tipologiche, funzionali, architettoniche e tecnologiche previste dal progetto definitivo approvato; la relazione contiene inoltre la descrizione delle indagini, rilievi e ricerche effettuati al fine di ridurre in corso di esecuzione la possibilità di imprevisti.

3. La relazione generale dei progetti riguardanti gli interventi complessi è corredata:

- a) da una rappresentazione grafica di tutte le attività costruttive suddivise in livelli gerarchici dal più generale oggetto del progetto fino alle più elementari attività gestibili autonomamente dal punto di vista delle responsabilità, dei costi e dei tempi;
- b) da un diagramma che rappresenti graficamente la pianificazione delle lavorazioni nei suoi principali aspetti di sequenza logica e temporale, ferma restando la prescrizione all'impresa, in sede di capitolato

speciale d'appalto, dell'obbligo di presentazione di un programma di esecuzione delle lavorazioni riguardante tutte le fasi costruttive intermedie, con la indicazione dell'importo dei vari stati di avanzamento dell'esecuzione dell'intervento alle scadenze temporali contrattualmente previste.

4. Le relazioni geologica, geotecnica, idrologica e idraulica illustrano puntualmente, sulla base del progetto definitivo, le soluzioni adottate.

5. Per gli interventi di particolare complessità, per i quali si sono rese necessarie, nell'ambito del progetto definitivo, relazioni specialistiche, queste sono sviluppate in modo da definire in dettaglio gli aspetti inerenti all'esecuzione e alla manutenzione degli impianti tecnologici e di ogni altro aspetto dell'intervento o del lavoro, compreso quello relativo alle opere a verde.

6. Le relazioni contengono l'illustrazione di tutte le problematiche esaminate e delle verifiche analitiche effettuate in sede di progettazione esecutiva.

25.4.3 - Elaborati grafici del progetto esecutivo

1. Gli elaborati grafici esecutivi, eseguiti con i procedimenti più idonei, comprendono:

- a) gli elaborati che sviluppano nelle scale ammesse o prescritte, tutti gli elaborati grafici del progetto definitivo;
- b) gli elaborati che risultino necessari all'esecuzione delle opere o dei lavori sulla base degli esiti, degli studi e di indagini eseguite in sede di progettazione esecutiva.
- c) gli elaborati di tutti i particolari costruttivi;
- d) gli elaborati atti ad illustrare le modalità esecutive di dettaglio;
- e) gli elaborati di tutte le lavorazioni che risultano necessarie per il rispetto delle prescrizioni disposte dagli organismi competenti in sede di approvazione dei progetti preliminari, definitivi o di approvazione di specifici aspetti dei progetti;
- f) gli elaborati di tutti i lavori da eseguire per soddisfare le esigenze di evitare effetti negativi sull'ambiente, sul paesaggio e sul patrimonio storico, artistico e archeologico in relazione all'attività di cantiere, con particolare riguardo a:
 - uno studio della viabilità di accesso ai cantieri, ed eventualmente la progettazione di quella provvisoria, in modo che siano contenuti l'interferenza con il traffico locale e il pericolo per le persone e per l'ambiente;
 - l'indicazione degli accorgimenti atti a evitare inquinamenti del suolo, acustici, idrici e atmosferici;
 - la localizzazione delle cave eventualmente necessarie e la valutazione del tipo e della quantità di materiali da prelevare, nonché delle esigenze di eventuale ripristino ambientale finale;
 - lo studio e la copertura finanziaria per la realizzazione degli interventi di conservazione, protezione e restauro volti alla tutela e salvaguardia del patrimonio di interesse artistico e storico e delle opere di sistemazione esterna;
- g) gli elaborati atti a definire le caratteristiche dimensionali, prestazionali e di assemblaggio degli eventuali componenti prefabbricati.

2. Gli elaborati sono comunque redatti in scala non inferiore al doppio di quelle del progetto definitivo o comunque in modo da consentire all'esecutore una sicura interpretazione ed esecuzione dei lavori in ogni loro elemento.

25.4.4 - Calcoli esecutivi delle strutture e degli impianti

1. I calcoli esecutivi delle strutture e degli impianti, nell'osservanza delle rispettive normative vigenti, possono essere eseguiti anche mediante utilizzo di programmi informatici.

2. I calcoli esecutivi delle strutture consentono la definizione e il dimensionamento delle stesse in ogni loro aspetto generale e particolare, in modo da escludere la necessità di variazioni in corso di esecuzione.

3. I calcoli esecutivi degli impianti sono eseguiti con riferimento alle condizioni di esercizio, alla destinazione specifica dell'intervento e devono permettere di stabilire e dimensionare tutte le apparecchiature, condutture, canalizzazioni e qualsiasi altro elemento necessario per la funzionalità dell'impianto stesso, nonché consentire di determinarne il prezzo.

4. La progettazione esecutiva delle strutture e degli impianti è effettuata unitamente alla progettazione esecutiva delle opere civili al fine di prevedere esattamente ingombri, passaggi, cavedi, sedi, attraversamenti e simili e di ottimizzare le fasi di realizzazione.

5. I calcoli delle strutture e degli impianti, comunque eseguiti, sono accompagnati da una relazione illustrativa dei criteri e delle modalità di calcolo che ne consentano una agevole lettura e verificabilità.

6. Il progetto esecutivo delle strutture comprende:

a) gli elaborati grafici di insieme (carpenterie, profili e sezioni) in scala non inferiore a 1:50, e gli elaborati grafici di dettaglio in scala non inferiore ad 1:10, contenenti fra l'altro:

1) per le strutture in cemento armato o in cemento armato precompresso: i tracciati dei ferri di armatura con l'indicazione delle sezioni e delle misure parziali e complessive, nonché i tracciati delle armature per la precompressione; resta esclusa soltanto la compilazione delle distinte di ordinazione a carattere organizzativo di cantiere;

2) per le strutture metalliche o lignee: tutti i profili e i particolari relativi ai collegamenti, completi nella forma e spessore delle piastre, del numero e posizione di chiodi e bulloni, dello spessore, tipo, posizione e lunghezza delle saldature; resta esclusa soltanto la compilazione dei disegni di officina e delle relative distinte pezzi;

3) per le strutture murarie: tutti gli elementi tipologici e dimensionali atti a consentirne l'esecuzione.

b) la relazione di calcolo contenente:

1) l'indicazione delle norme di riferimento;

2) la specifica della qualità e delle caratteristiche meccaniche dei materiali e delle modalità di esecuzione qualora necessarie;

3) l'analisi dei carichi per i quali le strutture sono state dimensionate;

4) le verifiche statiche.

7. Nelle strutture che si identificano con l'intero intervento, quali ponti, viadotti, pontili di attracco, opere di sostegno delle terre e simili, il progetto esecutivo è completo dei particolari esecutivi di tutte le opere integrative.

8. Il progetto esecutivo degli impianti comprende:

a) gli elaborati grafici di insieme, in scala ammessa o prescritta e comunque non inferiore a 1:50, e gli elaborati grafici di dettaglio, in scala non inferiore a 1:10, con le notazioni metriche necessarie;

b) l'elencazione descrittiva particolareggiata delle parti di ogni impianto con le relative relazioni di calcolo;

c) la specificazione delle caratteristiche funzionali e qualitative dei materiali, macchinari ed apparecchiature.

25.4.5 - Piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti

1. Il piano di manutenzione prevede, pianifica e programma, tenendo conto degli elaborati progettuali esecutivi effettivamente realizzati, l'attività di manutenzione dell'intervento al fine di mantenerne nel tempo la funzionalità, le caratteristiche di qualità, l'efficienza ed il valore economico.

2. Il piano di manutenzione assume contenuto differenziato in relazione all'importanza e alla specificità dell'intervento ed è costituito dai seguenti documenti operativi:

a) il manuale d'uso;

b) il manuale di manutenzione;

c) il programma di manutenzione.

3. Il manuale d'uso si riferisce all'uso delle parti più importanti del bene, ed in particolare degli impianti tecnologici. Il manuale contiene l'insieme delle informazioni atte a permettere all'utente di conoscere le modalità di fruizione del bene, nonché tutti gli elementi necessari per limitare quanto più possibile i danni derivanti da un'utilizzazione impropria, per consentire di eseguire tutte le operazioni atte alla sua conservazione che non richiedono conoscenze specialistiche e per riconoscere tempestivamente fenomeni di deterioramento anomalo al fine di sollecitare interventi specialistici.

4. Il manuale d'uso contiene le seguenti informazioni:

a) la collocazione nell'intervento delle parti menzionate;

b) la rappresentazione grafica;

c) la descrizione;

d) le modalità di uso corretto.

5. Il manuale di manutenzione si riferisce alla manutenzione delle parti più importanti del bene ed in particolare degli impianti tecnologici. Esso fornisce, in relazione alle diverse unità tecnologiche, alle caratteristiche dei materiali o dei componenti interessati, le indicazioni necessarie per la corretta manutenzione nonché per il ricorso ai centri di assistenza o di servizio.

6. Il manuale di manutenzione contiene le seguenti informazioni:

a) la collocazione nell'intervento delle parti menzionate;

b) la rappresentazione grafica;

c) la descrizione delle risorse necessarie per l'intervento manutentivo;

d) il livello minimo delle prestazioni;

e) le anomalie riscontrabili;

f) le manutenzioni eseguibili direttamente dall'utente;

g) le manutenzioni da eseguire a cura di personale specializzato.

7. Il programma di manutenzione prevede un sistema di controlli e di interventi da eseguire, a cadenze prefissate, al fine di una corretta gestione del bene e delle sue parti nel corso degli anni.

Esso si articola secondo tre sottoprogrammi:

a) il sottoprogramma delle prestazioni, che prende in considerazione, per classe di requisito, le prestazioni fornite dal bene e dalle sue parti nel corso del suo ciclo di vita;

b) il sottoprogramma dei controlli, che definisce il programma delle verifiche e dei controlli al fine di rilevare il livello prestazionale (qualitativo e quantitativo) nei successivi momenti della vita del bene, individuando la dinamica della caduta delle prestazioni aventi come estremi il valore di collaudo e quello minimo di norma;

c) il sottoprogramma degli interventi di manutenzione, che riporta in ordine temporale i differenti interventi di manutenzione, al fine di fornire le informazioni per una corretta conservazione del bene.

8. Il programma di manutenzione, il manuale d'uso e il manuale di manutenzione redatti in fase di progettazione sono sottoposti a cura del direttore dei lavori, al termine della realizzazione dell'intervento, al controllo ed alla verifica di validità, con gli eventuali aggiornamenti resi necessari dai problemi emersi durante l'esecuzione dei lavori.

25.4.6 - Cronoprogramma

1. Il progetto esecutivo è corredato dal cronoprogramma delle lavorazioni, decorrente dalla data della consegna.

2. Nel calcolo del tempo contrattuale deve tenersi conto della prevedibile incidenza dei giorni di andamento stagionale sfavorevole.

3. Nel caso di sospensione o di ritardo dei lavori per fatti imputabili all'impresa, resta fermo lo sviluppo esecutivo risultante dal cronoprogramma.

25.4.7 - Elenco dei prezzi unitari, computo metrico, computo metrico-estimativo

1. Il progetto esecutivo comprende un elenco dei prezzi unitari, eventualmente coincidente con l'elenco dei prezzi unitari predisposto in sede di progettazione definitiva. L'elenco dei prezzi unitari è redatto con un numero d'ordine, un codice univoco di tipo alfanumerico, una descrizione dettagliata e completa di ciascuna lavorazione con indicati gli elementi che la compongono e ne sono pertanto compresi, gli elementi che ne sono esclusi in quanto valutati con altri prezzi unitari, nonché la relativa unità di misura, con i seguenti criteri:

a) le unità di misura ammesse sono i m³ (metri cubi), m² (metri quadrati), m1 (metri o metri lineari), kg (chilogrammi), l (litri), n° (numero o cadauno);

b) limitatamente ai lavori in economia sono ammessi prezzi unitari riferiti a h (ora), g (giorno), m (mese), nonché, per noleggi e trasporti, combinazioni tra le prime unità di misura e i riferimenti in economia

(esempi: $m^2 \times g$ = metro quadrato per giorno, per il noleggio dei ponteggi o $kg \times km$ = chilogrammo per chilometro per il trasporto di materiale a discarica);

c) limitatamente a lavorazioni complesse non altrimenti individuabili, possono essere individuate unità di misura diverse da quelle prescritte, purché riconosciute e normalizzate a livello europeo ovvero una combinazione tra le diverse unità di misura;

d) nell'elenco dei prezzi unitari non possono essere utilizzate unità di misura denominate "a corpo" o "a forfait".

e) per i lavori da appaltare con il criterio dell'offerta di prezzi unitari non possono altresì essere utilizzate, quali unità di misura, forme in percentuale;

f) sono utilizzati i prezzi unitari prezzi adottati in sede di progettazione definitiva, integrati, ove necessario, da nuovi prezzi redatti con le medesime modalità;

g) sono vietati l'utilizzo, la previsione o l'inclusione nell'elenco dei prezzi unitari di lavorazioni elementari solo eventuali o delle quali non sia prevista l'esecuzione o, comunque, non sia prevista una reale consistenza all'interno del computo metrico e del computo metrico estimativo.

2. Il computo metrico è redatto mediante l'indicazione delle singole lavorazioni elementari, così come definite nell'elenco dei prezzi unitari, con la descrizione in dettaglio delle singole misurazioni o altro sistema analitico di computo delle relative quantità, con i seguenti criteri:

a) ogni lavorazione elementare è contraddistinta da un numero d'ordine e da un codice coerente con quello dell'elenco dei prezzi unitari, che ne consenta il rinvio senza possibilità di errore o equivoco;

b) le lavorazioni elementari possono essere indicate con una descrizione sintetica, ancorché univoca, ricavata dalla descrizione dettagliata di cui all'elenco dei prezzi unitari;

c) l'unità di misura deve essere la medesima prevista nell'elenco dei prezzi unitari;

d) all'interno di ogni singola voce sono indicate, anche in modo descrittivo, le parti omogenee nelle quali il lavoro può essere frazionato, in modo da individuare agevolmente a quale parte di lavoro si riferisce ogni singola lavorazione.

3. Il computo metrico-estimativo è redatto con gli stessi criteri previsti per il computo metrico, moltiplicando le singole quantità per i prezzi unitari previsti dal relativo elenco, con le seguenti ulteriori prescrizioni:

a) sono redatti, nella parte finale del computo metrico-estimativo, dei quadri riepilogativi dei costi delle varie lavorazioni correttamente suddivisi in relazione:

1) alle diverse categorie dei lavori di cui all'allegato A al regolamento sulla qualificazione;

2) ai gruppi omogenei di lavorazioni da esporre nel capitolato speciale;

3) alle diverse parti funzionali nelle quali sia stata eventualmente prevista la suddivisione dell'intervento.

b) qualora siano previsti sistemi o sub-sistemi di impianti tecnologici, ferma restando la necessità di una sola descrizione dettagliata per voci elementari all'interno del computo metrico e del computo metrico-estimativo, essi devono essere riepilogati ciascuno in un'unica voce omogenea con la relativa unità di misura.

c) qualora il lavoro sia previsto in parti funzionali o sia prevista una contabilità separata per parti ben individuate, il computo metrico-estimativo è redatto distintamente per tali parti.

25.4.8 - Quadro economico

1. Nel quadro economico confluiscono tutti i dati economici previsti dal progetto, così strutturati:

a) lavori

1) lavori a corpo

2) lavori a misura

3) lavori in economia

b) oneri per l'attuazione dei piani di sicurezza

1) oneri a corpo

2) oneri a misura

3) oneri in economia

c) somme a disposizione dell'amministrazione

- 1) lavori in economia esclusi dall'appalto
- 2) rilievi, accertamenti, indagini
- 3) allacciamenti ai pubblici servizi
- 4) imprevisti
- 5) acquisizione aree e altri immobili
- 6) spese tecniche
 - a) progettazione, direzione lavori e contabilità
 - b) coordinamento per la sicurezza nel cantiere
 - c) frazionamenti, accatastamenti ecc.
 - d) altre prestazioni
 - e) assicurazione dei dipendenti
- 7) spese per attività di consulenza e supporto
- 8) spese per commissioni giudicatrici
- 9) spese per pubblicità e opere d'arte
 - a) pubblicità
 - b) opere d'arte
- 10) spese per accertamenti, prove e collaudi
 - a) accertamenti e prove di laboratorio
 - b) collaudo in corso d'opera
 - c) collaudo tecnico amministrativo finale
 - d) collaudo statico
 - e) collaudi specialistici
- 11) IVA e altre imposte
 - a) IVA sul contratto d'appalto
 - b) IVA sulle spese tecniche
 - c) altre imposte

2. Per la formazione del quadro economico si adottano i seguenti criteri:

- a) alla lettera a) è destinato il risultato del computo metrico-estimativo dei lavori;
- b) alla lettera b) è destinato il risultato del computo metrico-estimativo del piano di sicurezza;
- c) alla lettera c), i numeri 1, 2, 3, 5 e 8, possono essere scomposti e articolati in ulteriori lettere;
- d) alla lettera c), i numeri 7, 11 e 12 possono essere scomposti in modo diverso da quanto proposto;
- e) alla lettera c), numero 1, non può essere superato il 5% dell'importo dei lavori e degli oneri;
- f) alla lettera c), numero 3, sono destinati i costi preventivati dai soggetti gestori dei servizi da allacciare;
- g) alla lettera c), numero 4, non può essere superato il 5% dell'importo dei lavori e degli oneri;
- h) alla lettera c), numero 5), è destinato il risultato degli oneri ricavabili del piano particellare e devono essere previsti anche gli oneri fiscali e notarili;
- i) alla lettera c), numero 6), devono essere previsti anche gli oneri fiscali e notarili;
- l) alla lettera c), numero 10, lettera b), se l'intervento è soggetto agli obblighi della legge n. 717 del 1949, l'importo non deve essere inferiore al 2% dell'importo dei lavori.

3. La struttura di cui al comma 1 è semplificata in relazione al singolo intervento, qualora una o più voci tra quelle elencate non siano previste nell'intervento medesimo; la stessa struttura può essere altresì modificata dal responsabile del procedimento in funzione delle sopravvenute disposizioni regolamentari o altre esigenze.

4. In ogni caso il quadro economico è accompagnato da un quadro economico semplificato coerente con le schede e nella prestazione si intende compresa la redazione del quadro economico previsto dalle predette schede o di formulari predisposti dal responsabile del procedimento finalizzati alla redazione delle schede o alla redazione e trasmissione delle notizie alla vigilanza.

25.4.9 - Schema di contratto

1. Lo schema di contratto contiene, per quanto non disciplinato dal regolamento generale e dal capitolato generale, le clausole dirette a regolare il rapporto tra stazione appaltante e impresa esecutrice, in relazione alle caratteristiche dell'intervento con particolare riferimento a:

- a) termini di esecuzione e penali;
- b) programma di esecuzione dei lavori;
- c) sospensioni o riprese dei lavori;
- d) oneri a carico dell'appaltatore;
- e) contabilizzazione dei lavori a misura, a corpo;
- f) liquidazione dei corrispettivi;
- g) controlli;
- h) specifiche modalità e termini di collaudo;
- i) modalità di soluzione delle controversie.

2. Allo schema di contratto è allegato il capitolato speciale, che riguarda le prescrizioni tecniche da applicare all'oggetto del singolo contratto.

25.4.10 - Capitolato speciale d'appalto: criteri generali

1. Il capitolato speciale d'appalto è diviso in due parti, l'una contenente la descrizione delle lavorazioni e l'altra la specificazione delle prescrizioni tecniche; esso illustra in dettaglio:

a) nella prima parte tutti gli elementi necessari per una compiuta definizione tecnica ed economica dell'oggetto dell'appalto, anche ad integrazione degli aspetti non pienamente deducibili dagli elaborati grafici del progetto esecutivo;

b) nella seconda parte le modalità di esecuzione e le norme di misurazione di ogni lavorazione, i requisiti di accettazione di materiali e componenti, le specifiche di prestazione e le modalità di prove nonché, ove necessario, in relazione alle caratteristiche dell'intervento, l'ordine da tenersi nello svolgimento di specifiche lavorazioni; nel caso in cui il progetto prevede l'impiego di componenti prefabbricati, ne vanno precisate le caratteristiche principali, descrittive e prestazionali, la documentazione da presentare in ordine all'omologazione e all'esito di prove di laboratorio nonché le modalità di approvazione da parte del direttore dei lavori, sentito il progettista, per assicurarne la rispondenza alle scelte progettuali.

2. Nel caso di interventi complessi di cui all'articolo 2, comma 1, lettera h) del regolamento generale, il capitolato speciale contiene, altresì, l'obbligo per l'aggiudicatario di redigere un documento denominato «piano di qualità di costruzione e di installazione» che prevede, pianifica e programma le condizioni, sequenze, modalità, strumentazioni, mezzi d'opera e fasi delle attività di controllo da svolgersi nella fase esecutiva. Il «piano di qualità di costruzione e di installazione» è redatto con i contenuti, le forme e le modalità previste dal regolamento generale.

3. Il capitolato speciale prescrive l'obbligo per l'impresa di presentare, prima dell'inizio dei lavori, un programma esecutivo, anche indipendente dal cronoprogramma predisposto dal progettista, nel quale sono riportate, per ogni lavorazione, le previsioni circa il periodo di esecuzione nonché l'ammontare presunto, parziale e progressivo, dell'avanzamento dei lavori alle date contrattualmente stabilite per la liquidazione dei certificati di pagamento.

4. Qualora l'intervento sia scomponibile in più fasi funzionali, in relazione a determinate esigenze di utilizzazione, il capitolato speciale prescrive eventuali scadenze differenziate, sia per l'inizio che per l'ultimazione delle varie lavorazioni, alle quali è connessa la previsione delle penalità.

25.4.11 - Capitolato speciale d'appalto: lavori a corpo, lavori a misura, lavori in economia

1. Ogni lavoro, e il conseguente contratto, può essere a corpo, a misura, ovvero a corpo e misura, come segue:

- a) un lavoro è a corpo quando è previsto un corrispettivo fisso e invariabile, senza che possa essere invocata da alcuna delle parti una verifica delle quantità e a prescindere dai prezzi unitari;
 - b) un lavoro è a misura quando è previsto un corrispettivo costituito dai prezzi unitari moltiplicati per le quantità delle singole lavorazioni effettivamente eseguite;
 - c) un lavoro è a corpo e misura quando parte di esso è remunerato con un corrispettivo fisso e invariabile ai sensi della lettera a) e la parte rimanente di esso è remunerato in base ai prezzi unitari e alle quantità eseguite ai sensi della lettera b).
2. Ogni qualvolta sia possibile i lavori sono previsti interamente a corpo.
 3. Sono ammessi lavori interamente a misura quando si tratta di lavori di manutenzione, sia ordinaria che straordinaria, di restauro e risanamento conservativo, ovvero di scavi archeologici.
 4. Fuori dai casi di cui al comma 3, qualora non sia possibile la previsione di lavori interamente a corpo il corrispettivo può essere previsto in parte a corpo e in parte a misura; tuttavia in tal caso la parte liquidabile a misura deve riguardare le lavorazioni per le quali in sede di progettazione risulta eccessivamente oneroso individuare in maniera certa e definita le rispettive quantità; tali lavorazioni sono indicate nel capitolato speciale con puntuale motivazione di carattere tecnico e con l'indicazione dell'importo sommario del loro valore presunto e della relativa incidenza sul valore complessivo assunto a base di gara; tali indicazioni sono riportate nel provvedimento di approvazione del progetto esecutivo.
 5. Nei soli casi in cui, all'interno di lavori a corpo, a misura o a corpo e misura, alcune specifiche lavorazioni non siano in alcun modo preventivabili a corpo o a misura, sono ammesse previsioni di lavori in economia. La previsione di lavori in economia, in ogni caso eccezionale e motivata, non muta la qualificazione del lavoro, e del conseguente contratto, contratto così come definita al comma 1.
 6. Per gli interventi il cui corrispettivo è previsto a corpo ovvero per la parte a corpo di un intervento il cui corrispettivo è previsto a corpo e a misura, il capitolato speciale d'appalto indica, per ogni gruppo delle lavorazioni complessive dell'intervento ritenute omogenee, il relativo importo e la sua aliquota percentuale riferita all'ammontare complessivo dell'intervento. Tali importi e le correlate aliquote sono dedotti in sede di progetto esecutivo dal computo metrico-estimativo. Al fine del pagamento in corso d'opera i suddetti importi e aliquote possono essere indicati anche disaggregati nelle loro componenti principali. I pagamenti in corso d'opera sono determinati sulla base delle aliquote percentuali così definite, di ciascuna delle quali viene contabilizzata la quota parte effettivamente eseguita.
 7. Per gli interventi il cui corrispettivo è previsto a misura, il capitolato speciale d'appalto precisa l'importo di ciascuno dei gruppi delle lavorazioni complessive dell'opera o del lavoro ritenute omogenee, desumendolo dal computo metrico-estimativo.
 8. Ai fini della disciplina delle varianti e degli interventi disposti dal direttore dei lavori ai sensi dell'articolo 149, comma 1, del Codice dei Contratti, approvato con D.Lgs. n. 50/2016 e ss.mm.ii., la verifica dell'incidenza delle eventuali variazioni è desunta dagli importi netti dei gruppi di lavorazione ritenuti omogenei definiti con le modalità di cui ai commi 6 e 7.
 9. Per la quantificazione degli oneri per l'attuazione dei piani di sicurezza si seguono i medesimi criteri previsti dal presente articolo per i lavori.

25.4.12 - Validazione del progetto esecutivo

1. La stazione appaltante, nei contratti relativi a lavori, verifica la rispondenza degli elaborati e la loro conformità alla normativa vigente.
2. la verifica di cui al comma 1 ha luogo prima dell'inizio delle procedure di affidamento.
3. Al fine di accertare l'unità progettuale, i soggetti di cui al successivo comma 6, prima dell'approvazione ed in contraddittorio con il progettista, verificano la conformità del progetto esecutivo o definitivo rispettivamente, al progetto definitivo o al progetto di fattibilità. Al contraddittorio partecipa anche il progettista autore del progetto posto a base di gara, che si esprime in ordine a tale conformità.
4. La verifica accerta in particolare:
 - a) la completezza della progettazione;
 - b) la coerenza e completezza del quadro economico in tutti i suoi aspetti;
 - c) l'appaltabilità della soluzione progettuale prescelta;

- d) i presupposti per la durabilità dell'opera nel tempo;
- e) la minimizzazione dei rischi di introduzione di varianti e di contenzioso;
- f) la possibilità di ultimazione dell'opera entro i termini previsti;
- g) la sicurezza delle maestranze e degli utilizzatori;
- h) l'adeguatezza dei prezzi unitari utilizzati;
- i) la manutenibilità delle opere, ove richiesta.

5. Gli oneri derivanti dall'accertamento della rispondenza agli elaborati progettuali sono ricompresi nelle risorse stanziare per la realizzazione delle opere.

26 – Coordinamento per la sicurezza in fase di progetto

26.1 - Le prestazioni

1. Le prestazioni da eseguirsi da parte del coordinatore durante la progettazione dell'opera, ai sensi dell'articolo 91 del D.Lgs. 81/2008, oltre a quanto previsto dal presente, consistono in:

- a)- redazione del piano di sicurezza e di coordinamento;
- b)- predisposizione del fascicolo adatto alle caratteristiche dell'opera;
- c)- assicurazione, di concerto con il progettista, del coordinamento, della coerenza e della piena compatibilità tra le previsioni e i contenuti degli atti di cui alle lettere a) e b) e le previsioni e i contenuti del progetto.

26.2 - Piano di sicurezza.

1. Il piano è un documento complementare al progetto esecutivo che prevede l'organizzazione delle lavorazioni in modo da prevenire o ridurre i rischi per la sicurezza e la salute dei lavoratori. La redazione del piano comporta, con riferimento alle varie tipologie di lavorazioni, individuazione, l'analisi e la valutazione dei rischi intrinseci al particolare procedimento di lavorazione connessi a congestione di aree di lavorazioni e dipendenti da sovrapposizione di fasi di lavorazioni, le conseguenti procedure esecutive, gli apprestamenti e le attrezzature atti a garantire, per tutta la durata dei lavori, il rispetto delle norme per la prevenzione degli infortuni e la tutela della salute dei lavoratori nonché' la stima dei relativi costi. Il piano contiene in particolare le misure di prevenzione dei rischi risultanti dalla eventuale presenza simultanea o successiva delle varie imprese ovvero dei lavoratori autonomi ed è redatto anche al fine di prevedere, quando ciò risulti necessario, l'utilizzazione di impianti comuni quali infrastrutture, mezzi logistici e di protezione collettiva.

2. Il piano è costituito da una relazione tecnica contenente le coordinate e la descrizione dell'intervento e delle fasi del procedimento attuativo, la individuazione delle caratteristiche delle attività lavorative con la specificazione di quelle critiche, la stima della durata delle lavorazioni, e da una relazione contenente la individuazione, l'analisi e la valutazione dei rischi in rapporto alla morfologia del sito, alla pianificazione e programmazione delle lavorazioni, alla presenza contemporanea di più soggetti prestatori d'opera, all'utilizzo di sostanze pericolose e ad ogni altro elemento utile a valutare oggettivamente i rischi per i lavoratori. Il piano comprende le prescrizioni operative atte a garantire il rispetto delle norme per la prevenzione degli infortuni e per la tutela della salute dei lavoratori e da tutte le informazioni relative alla gestione del cantiere.

3. Il piano è integrato da un cronoprogramma relativo ai tempi di esecuzione delle singole lavorazioni e del tempo utile totale per la conclusione dei lavori.

4. Nella redazione del piano il coordinatore osserva le modalità prescritte dall'art. 100 del D.Lgs. 81/2008 ed i contenuti dettagliatamente specificati nell'allegato XV dello stesso decreto.

5. Il piano è completato da schemi grafici che rendano esplicite le misure di sicurezza previste. Tra gli schemi grafici devono risultare con un buon grado di precisione la sistemazione logistica del cantiere e, in particolare, gli elementi di cui al comma 6 che siano rappresentabili graficamente.

6. Il piano definisce comunque, in relazione al cantiere, almeno i seguenti elementi:

- a) modalità da seguire per la recinzione del cantiere, gli accessi, e le segnalazioni;
- b) protezioni o misure di sicurezza contro i possibili rischi provenienti dall'ambiente esterno;
- c) servizi igienici e assistenziali;

- d) protezioni o misure di sicurezza connesse alla presenza nell'area del cantiere di linee aeree e condutture sotterranee;
- e) viabilità di cantiere, accessi alla viabilità esterna, transito mezzi d'opera, zone di stoccaggio e di carico e scarico;
- f) impianti di alimentazione e reti principali di elettricità, acqua, gas ed energia di qualsiasi tipo;
- g) impianti di terra e di protezione contro le scariche atmosferiche;
- h) misure generali di protezione contro il rischio di seppellimento da adottare negli scavi;
- i) misure generali da adottare contro il rischio di annegamento;
- l) misure generali di protezione da adottare contro il rischio di caduta dall'alto;
- m) misure per assicurare la salubrità dell'aria nei lavori in ambienti confinati o con sollevamento di polveri;
- n) misure per assicurare la stabilità delle pareti e della volta nei lavori in ambienti confinati;
- o) misure generali di sicurezza da adottare nel caso di estese demolizioni o manutenzioni, ove le modalità tecniche di attuazione siano definite in fase di progetto; p) misure di sicurezza contro i possibili rischi di incendio o esplosione connessi con lavorazioni e materiali pericolosi utilizzati in cantiere;
- q) disposizioni per consentire la consultazione preventiva dei rappresentanti per la sicurezza sul piano e sulle successive modifiche significative, fornire loro i necessari chiarimenti e acquisire le loro proposte al riguardo;
- r) disposizioni per organizzare tra i datori di lavoro, compresi i lavoratori autonomi, la cooperazione e il coordinamento delle attività nonché la loro reciproca informazione;
- s) valutazione, in relazione alla tipologia dei lavori, delle spese prevedibili per l'attuazione dei singoli elementi del piano;
- t) misure generali di protezione da adottare contro gli sbalzi eccessivi di temperatura.

7. Il piano tiene conto di eventuali utenti o altri fruitori del sito oggetto dell'intervento, qualora lo stesso sito sia in qualche modo, in tutto o in parte, aperto all'uso e agibile da parte di questi. In tal caso il piano prevede tutte le misure cautelari e di tutela necessarie o anche solo opportune a garantire l'incolumità degli utenti o degli altri fruitori, anche mediante compartimentazione del cantiere, esecuzione di percorsi protetti provvisori, rotazione cronologica delle varie sezioni nelle quali il lavoro e il relativo cantiere deve o può essere suddiviso.

26.3 - I costi per l'attuazione del piano di sicurezza

1. Il costo per la sicurezza, che si identifica negli oneri per l'attuazione delle misure previste dal piano, è inequivocabilmente evidenziato nel piano stesso in modo da essere esposto come costo non soggetto al ribasso o non oggetto di offerta in caso di offerta a prezzi unitari, in sede di gara, ai sensi dell'articolo 23, comma 16, del Codice dei Contratti e del punto 4.1.4 dell'Allegato XV al D.Lgs. 81/2008.
2. Il costo per la sicurezza concerne esclusivamente gli adempimenti, gli apprestamenti e le misure proposte nel piano.
3. Il costo per la sicurezza è individuato mediante computo metrico estimativo, redatto sulla base di un computo metrico che individui quantitativamente gli adempimenti, gli apprestamenti e le misure proposte, e di un elenco prezzi fondato su una adeguata analisi di questi ultimi.
4. La stima dovrà essere congrua, analitica per voci singole, a corpo o a misura, riferita ad elenchi prezzi standard o specializzati, oppure basata su prezziari o listini ufficiali vigenti nell'area interessata, o sull'elenco prezzi delle misure di sicurezza del committente; nel caso in cui un elenco prezzi non sia applicabile o non disponibile, si farà riferimento ad analisi costi complete e desunte da indagini di mercato. Le singole voci dei costi della sicurezza vanno calcolate considerando il loro costo di utilizzo per il cantiere interessato che comprende, quando applicabile, la posa in opera ed il successivo smontaggio, l'eventuale manutenzione e l'ammortamento.
5. Sia che gli oneri siano valutati a corpo, sia che siano valutati a misura, essi sono invariabili e immutabili in sede di gara, sono altresì invariabili e immutabili anche nel corso dell'esecuzione dei lavori, salvo i casi particolari previsti dall'ordinamento.

26.4 - Il fascicolo informativo

1. Nella predisposizione del fascicolo il coordinatore tiene conto dei contenuti definiti dall'allegato XVI al decreto 81/2008, contenente le informazioni utili ai fini della prevenzione e della protezione dai rischi cui sono esposti i lavoratori, delle specifiche norme di buona tecnica e dell'allegato II al documento UE 26 maggio 1993 ed inoltre tiene presente che il fascicolo è preso in considerazione all'atto di eventuali lavori successivi sull'opera.
2. Nella redazione e formazione del fascicolo il coordinatore ne garantisce la coerenza con il piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti, integrante il progetto esecutivo ai sensi dell'articolo 23, comma 8, dell'ultimo periodo, del Codice dei Contratti. Qualora il progettista sia un soggetto diverso dal coordinatore, egli cura i rapporti con quest'ultimo per garantire lo stesso risultato.

26.5 - Coerenza tra gli atti relativi alla sicurezza ed il progetto

1. Il coordinatore deve assicurare che il tempo utile per l'esecuzione dei lavori e il cronoprogramma integranti il piano siano coerenti e compatibili con il tempo utile e il cronoprogramma integranti il capitolato speciale o, preferibilmente, che coincidano.
2. Nella redazione e formazione del fascicolo il coordinatore ne garantisce la coerenza con il piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti, integrante il progetto esecutivo ai sensi dell'articolo 93, comma 5, ultimo periodo, del Codice dei Contratti.
3. Il coordinatore deve assicurarsi che gli oneri per l'attuazione del piano di sicurezza siano inseriti nel quadro economico del progetto dei lavori da appaltare, separatamente dai lavori a base d'asta soggetti a ribasso o ad offerta.
4. Qualora il coordinatore sia un soggetto diverso dal progettista, egli cura i rapporti con quest'ultimo per garantire gli stessi risultati previsti dai commi 1, 2 e 3. In caso di mancato accordo sugli elementi comuni o da rendere coerenti, il coordinatore espone i dissensi al responsabile del procedimento il quale, sentita l'altra parte, decide in merito. Le decisioni del responsabile del procedimento non possono essere disapplicate.

26.6 - Altri obblighi del coordinatore per la progettazione

1. Il coordinatore mette a disposizione della stazione appaltante, nell'ambito dell'incarico e senza ulteriori compensi, almeno 5 copie del piano e del fascicolo. Mette altresì a disposizione del responsabile del procedimento un'ulteriore copia su supporto informatico.
2. A richiesta del responsabile del procedimento il coordinatore mette a disposizione del medesimo un ulteriore numero di copie del piano necessarie a garantirne la consegna a tutte le imprese concorrenti alla gara che ne facciano richiesta.
3. A richiesta del responsabile del procedimento il coordinatore deve mettere a disposizione e consegnare le copie direttamente alle imprese concorrenti che si rivolgano al coordinatore medesimo al suo domicilio.
4. Nei casi di cui ai commi 2 e 3 sono dovute al coordinatore solo le spese vive di riproduzione aumentate:
 - a) di una percentuale del 50%, nel caso di cui al comma 2, a titolo di rimborso forfetario del tempo necessario alla riproduzione stessa;
 - b) di una percentuale del 100%, nel caso di cui al comma 3, a titolo di rimborso forfetario del tempo necessario alla riproduzione e alla consegna ai singoli richiedenti.

CAPO IV

DIRETTORE DEI LAVORI, DIRETTORI OPERATIVI, ISPETTORE DI CANTIERE E COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI ESECUZIONE (OPZIONALI)

27 –Ufficio di Direzione dei Lavori e Coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione

27.1.1 - Principi e finalità dell'Ufficio di Direzione dei Lavori

Il Direttore Lavori ha la responsabilità del coordinamento e la supervisione dell'attività dell'ufficio della direzione dei lavori che la Stazione Appaltante ha pensato quale struttura adeguata in relazione alle dimensioni, alla complessità, al carattere multidisciplinare, alla tipologia e categoria dei lavori, a cui affidare i compiti e le attività per il coordinamento, la direzione ed il controllo tecnico-contabile dell'esecuzione dei lavori in oggetto.

Il responsabile unico del procedimento, nella fase dell'esecuzione dei contratti di lavori, ai sensi dell'art. 101 del D.Lgs. 50/2016 si avvale del direttore dei lavori e del coordinatore in materia di salute e di sicurezza durante l'esecuzione previsto dal D.Lgs. 81/2008 ed accerta il corretto ed effettivo svolgimento delle funzioni ad ognuno affidate.

Per il coordinamento, la direzione dei lavori ed il controllo tecnico-contabile dell'esecuzione dei contratti pubblici relativi ai lavori, questa Stazione Appaltante ha previsto, in relazione alla complessità dell'intervento, le seguenti figure:

- il Direttore dei Lavori;
- il Coordinatore della Sicurezza in Fase di esecuzione;
- un Direttore Operativo;
- un Direttore Operativo con professionalità Geologo;
- un Ispettore di Cantiere.

La Stazione Appaltante si riserva la possibilità di affidare anche una sola o più delle prestazioni opzionali a suo insindacabile giudizio, senza che l'affidatario possa sollevare eccezioni di sorta.

27.1.2 – Direttore dei Lavori

Il DIRETTORE DEI LAVORI, con l'ufficio di direzione lavori, è preposto al controllo tecnico, contabile e amministrativo dell'esecuzione dell'intervento affinché i lavori siano eseguiti a regola d'arte ed in conformità al progetto e al contratto. Il direttore dei lavori ha la responsabilità del coordinamento e della supervisione dell'attività di tutto l'ufficio di direzione dei lavori, ed interloquisce in via esclusiva con l'esecutore in merito agli aspetti tecnici ed economici del contratto.

Il direttore dei lavori ha la specifica responsabilità dell'accettazione dei materiali, sulla base anche del controllo quantitativo e qualitativo degli accertamenti ufficiali delle caratteristiche meccaniche e in aderenza alle disposizioni delle norme tecniche per le costruzioni vigenti.

Al DIRETTORE DEI LAVORI fanno carico tutte le attività ed i compiti allo stesso espressamente demandati dal codice nonché dal Regolamento di cui al Decreto 7 marzo 2018 n. 49 "Approvazione delle linee guida sulle modalità di svolgimento delle funzioni del direttore dei lavori e del direttore dell'esecuzione".

27.1.3 – Direttori Operativi

Le prestazioni professionali per l'espletamento dell'incarico di Direttore Operativo a supporto del Direttore dei Lavori, rientrano tra riferimenti normativi di cui al D.Lgs 50/2016 che il professionista che svolgerà il ruolo di D.O. è obbligato ad assumere.

Sono ricomprese nel servizio da affidare tutte le prestazioni attinenti all'incarico di Direttore Operativo ai sensi dall'art. 101, comma 4 del D.Lgs. n. 50/2016.

Gli assistenti con funzioni di DIRETTORI OPERATIVI collaborano con il direttore dei lavori nel verificare che le lavorazioni di singole parti dei lavori da realizzare siano eseguite regolarmente e nell'osservanza delle clausole contrattuali. Essi rispondono della loro attività direttamente al direttore dei lavori.

In particolare, nell'ambito dell'Ufficio di Direzione Lavori, il DIRETTORE OPERATIVO GEOLOGO dovrà occuparsi in via prioritaria delle lavorazioni afferenti tutte le opere in fondazione.

Ai direttori operativi possono essere affidati dal direttore dei lavori, fra gli altri, i seguenti compiti:

- a) verificare che l'esecutore svolga tutte le pratiche di legge relative alla denuncia dei calcoli delle strutture;
- b) programmare e coordinare le attività dell'ispettore dei lavori;
- c) curare l'aggiornamento del cronoprogramma generale e particolareggiato dei lavori e segnalare tempestivamente al direttore dei lavori le eventuali difformità rispetto alle previsioni contrattuali proponendo i necessari interventi correttivi;
- d) assistere il direttore dei lavori nell'identificare gli interventi necessari ad eliminare difetti progettuali o esecutivi;
- e) individuare ed analizzare le cause che influiscono negativamente sulla qualità dei lavori e proponendo al direttore dei lavori le adeguate azioni correttive;
- f) assistere i collaudatori nell'espletamento delle operazioni di collaudo;
- g) esaminare e approvare il programma delle prove di collaudo e messa in servizio degli impianti;
- h) direzione di lavorazioni specialistiche
- i) curare la rilevazione e la misurazione delle lavorazioni effettuate e redigere i necessari atti contabili da inserire nella contabilità generale in capo alla Direzione Lavori.

Si richiede inoltre l'obbligo di reperibilità del Direttore Operativo. In tal senso, qualora necessario, la Direzione Lavori e/o la Stazione Appaltante, potranno richiedere la presenza del Direttore Operativo in via d'urgenza e il Direttore Operativo sarà obbligato a sopraggiungere presso il cantiere, entro un massimo di 4 ore.

In via eccezionale e a fronte di motivata impossibilità od assenza del Direttore Operativo, lo stesso può essere sostituito da altro professionista, in possesso di equivalente qualifica professionale, indicato nominativamente in sede di offerta tecnica. Il sostituto, ove individuato, deve far parte dell'organizzazione dell'operatore economico concorrente (ad es: professionista associato, socio, dipendente, collaboratore su base annua). Nel caso in cui il concorrente non abbia nella propria organizzazione tale figura professionale o sia un professionista singolo senza alcun tipo di organizzazione, potrà comunque individuare il sostituto costituendo con altro professionista un Raggruppamento Temporaneo ex art. 46 c.1, lett. e) D.Lgs. n.50/2016). Parimenti potrà essere costituito un Raggruppamento Temporaneo ex art. 46 c.1, lett. e) D.Lgs. n.50/2016), con riferimento ad altre figure professionali che, in sede di offerta tecnica, possono essere indicate a svolgere prestazioni secondarie a supporto del Direttore Operativo.

L'Ufficio della Direzione Lavori sarà composto da un gruppo di professionisti del quale faranno parte competenze interne ed esterne della stazione appaltante; anche il Direttore Operativo sarà parte integrante di tale gruppo e dovrà quindi partecipare alle riunioni periodiche della Direzione Lavori. Parimenti dovrà intervenire, se richiesto, alle riunioni per la redazione di eventuali perizie di variante tecnica e suppletiva che si dovessero redigere in corso dei lavori.

Oltre al professionista eventualmente individuato come sostituto del Direttore Operativo, anche gli altri professionisti eventualmente individuati in sede di offerta tecnica dovranno collaborare con il Direttore Lavori che li coordinerà nell'ambito dell'Ufficio della Direzioni Lavori

È possibile che l'Impresa appaltatrice disponga, d'intesa con il Committente, lavorazioni da svolgersi su più turni, in notturna e nei giorni festivi con sabati e domeniche compresi. In tal caso dovrà comunque essere garantita, se richiesta, la presenza del Direttore Operativo.

Le prestazioni sopra indicate sono da considerarsi il minimo garantito per tutti i concorrenti, a prescindere dai contenuti dell'offerta tecnica presentata. In sede di gara, ciascun concorrente potrà, ove lo ritenga, aumentare il carattere performante e l'efficienza della propria presenza sul cantiere come Direttore

Operativo. In tal caso, faranno fede contrattualmente le proposte contenute nell'offerta tecnica dell'aggiudicatario.

27.1.4 – Ispettore di cantiere

L'assistente con funzioni di ISPETTORE DI CANTIERE collabora con il direttore dei lavori nella sorveglianza dei lavori in conformità delle prescrizioni stabilite nel capitolato speciale di appalto.

La posizione di ispettore è ricoperta da una sola persona che esercita la sua attività in un turno di lavoro.

L'ispettore di cantiere è presente a tempo pieno durante il periodo di svolgimento di lavori che richiedono controllo quotidiano, nonché durante le fasi di collaudo e delle eventuali manutenzioni.

L'ispettore di cantiere risponde della sua attività direttamente al direttore dei lavori.

Agli ispettori possono essere affidati fra gli altri i seguenti compiti:

- a) la verifica dei documenti di accompagnamento delle forniture di materiali per assicurare che siano conformi alle prescrizioni ed approvati dalle strutture di controllo di qualità del fornitore;
- b) la verifica, prima della messa in opera, che i materiali, le apparecchiature e gli impianti abbiano superato le fasi di collaudo prescritte dal controllo di qualità o dalle normative vigenti o dalle prescrizioni contrattuali in base alle quali sono stati costruiti;
- c) il controllo sulla attività dei subappaltatori;
- d) il controllo sulla regolare esecuzione dei lavori con riguardo ai disegni ed alle specifiche tecniche contrattuali;
- e) l'assistenza alle prove di laboratorio;
- f) l'assistenza ai collaudi dei lavori ed alle prove di messa in esercizio ed accettazione degli impianti;
- g) la predisposizione degli atti contabili e l'esecuzione delle misurazioni quando siano stati incaricati dal direttore dei lavori;
- h) l'assistenza al coordinatore per l'esecuzione.

27.1.5 - Principi e finalità del Coordinatore in materia di sicurezza e di salute durante la realizzazione dell'opera

Per le funzioni del COORDINATORE PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI si applica l'articolo 92 comma 1 del decreto legislativo n. 81 del 2008 (modificato dall'art. 61, comma 1, del d.lgs. n. 106 del 2009), sicchè durante la realizzazione dell'opera, il coordinatore per l'esecuzione dei lavori:

- a) verifica, con opportune azioni di coordinamento e controllo, l'applicazione, da parte delle imprese esecutrici e dei lavoratori autonomi, delle disposizioni loro pertinenti contenute nel piano di sicurezza e di coordinamento di cui all'articolo 100 ove previsto e la corretta applicazione delle relative procedure di lavoro;
- b) verifica l'idoneità del piano operativo di sicurezza, da considerare come piano complementare di dettaglio del piano di sicurezza e coordinamento di cui all'articolo 100, assicurandone la coerenza con quest'ultimo, ove previsto, adegua il piano di sicurezza e di coordinamento di cui all'articolo 100 ove previsto, e il fascicolo di cui all'articolo 91, comma 1, lettera b), in relazione all'evoluzione dei lavori ed alle eventuali modifiche intervenute, valutando le proposte delle imprese esecutrici dirette a migliorare la sicurezza in cantiere, verifica che le imprese esecutrici adeguino, se necessario, i rispettivi piani operativi di sicurezza;
- c) organizza tra i datori di lavoro, ivi compresi i lavoratori autonomi, la cooperazione ed il coordinamento delle attività nonché la loro reciproca informazione;
- d) verifica l'attuazione di quanto previsto negli accordi tra le parti sociali al fine di realizzare il coordinamento tra i rappresentanti della sicurezza finalizzato al miglioramento della sicurezza in cantiere;

e) segnala al committente o al responsabile dei lavori, previa contestazione scritta alle imprese e ai lavoratori autonomi interessati, le inosservanze alle disposizioni degli articoli 94, 95, 96 e 97, comma 1, e alle prescrizioni del piano di cui all'articolo 100, ove previsto, e propone la sospensione dei lavori, l'allontanamento delle imprese o dei lavoratori autonomi dal cantiere, o la risoluzione del contratto. Nel caso in cui il committente o il responsabile dei lavori non adotti alcun provvedimento in merito alla segnalazione, senza fornire idonea motivazione, il coordinatore per l'esecuzione da' comunicazione dell'inadempimento alla azienda unità sanitaria locale e alla direzione provinciale del lavoro territorialmente competenti;

f) sospende, in caso di pericolo grave e imminente, direttamente riscontrato, le singole lavorazioni fino alla verifica degli avvenuti adeguamenti effettuati dalle imprese interessate.

In considerazione della complessità dell'opera da realizzare, le attività del coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione - CSE - dovranno come minimo comprendere:

- l'aggiornamento trimestrale del PSC e comunque quando necessario sulla base dell'andamento dei lavori;
- l'esame, l'approvazione e il parere del POS presentato da Appaltatore ed eventuali subappaltatori per la firma del proprio Contratto;
- un programma di sopralluoghi cantiere concordato con il Responsabile Unico di Procedimento e con il direttore lavori;
- la stesura di rapporti periodici interni riferiti alle attività svolte nel cantiere;
- la stesura di un rapporto settimanale da trasmettere alla struttura di ogni Appaltatore ed alla Stazione Appaltante: detto rapporto dovrà includere la lista di controllo delle attività di cantiere;
- lo svolgimento di una riunione almeno settimanale con la presenza della struttura di ogni Appaltatore;
- lo svolgimento di riunioni periodiche da programmare con gli enti esterni di competenza interessati dallo svolgimento delle attività dei cantieri;
- lo svolgimento di addestramento specifico dei lavoratori, da effettuarsi da parte di personale specializzato delle imprese operanti in cantiere;
- l'organizzazione e la gestione di un archivio dedicato alla sicurezza;
- aggiornare il fascicolo tecnico, quando occorre;
- coordinare la consultazione tra i Rappresentanti dei lavoratori per la Sicurezza - RLS - e/o il Rappresentante dei lavoratori per la sicurezza territoriale - RLST - e le imprese operanti in cantiere;
- segnalare alla Stazione Appaltante le inadempienze delle imprese operanti in cantiere, con obbligo di stendere i verbali di contestazione e comunicazione dei provvedimenti disciplinari assunti.

Il coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione - CSE - dovrà ordinare la sospensione dei lavori in caso di pericolo grave e imminente o delle lavorazioni che rappresentano un pregiudizio della sicurezza, con l'obbligo della verbalizzazione delle contestazioni, della comunicazione alla Stazione Appaltante della prescrizione degli adeguamenti da porre in opera e verifica della loro applicazione per l'autorizzazione della ripresa delle lavorazioni.

Il coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione - CSE -, dovrà garantire la propria presenza in cantiere con cadenza almeno settimanale, nel periodo che intercorrerà dalla Consegna dei Lavori fino alla emissione del Certificato di Collaudo.

Il coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione dovrà collaborare con il direttore lavori nella verifica che l'Appaltatore, provveda, con riferimento al Progetto dettagliato del cantiere, a rispettare i seguenti impegni:

- a) determinare l'organizzazione complessiva di cantiere necessaria per i lavori affinché venga definito preliminarmente il numero, la loro natura, il rapporto con la viabilità e le problematiche connesse con la loro presenza;
- b) produrre per il cantiere il progetto dettagliato comprendente almeno i seguenti elementi: planimetria del cantiere, indicante fra l'altro le recinzioni delle aree e gli ingressi; lo schema di guardiania; lo schema della viabilità di cantiere, delle aree di manovra e delle zone di parcheggio, nonché delle interferenze con la

viabilità ordinaria; gli schemi esecutivi degli allacciamenti elettrici, idrici e fognari provvisori, corredati con l'indicazione dei rispettivi fabbisogni e dell'elenco delle utenze previste; le installazioni per il personale e per i mezzi d'opera; le aree per le lavorazioni di cantiere; i magazzini ed aree di stoccaggio, sia coperte che scoperte; lo schema di illuminazione di cantiere; lo schema del sistema di prevenzione e spegnimento incendi; lo schema di organizzazione di cantiere; i Piani operativi di sicurezza di cui all'articolo 81 comma 1 lettera h) del Decreto Legislativo 9 aprile 2008 n° 81 e s.m.i.;

c) disporre di tutte le autorizzazioni a suo carico necessarie;

d) disporre degli accordi con gli Enti di competenza per l'allacciamento elettrico, idrico e fognario, e per la messa a discarica del materiale di risulta.

Il coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione avrà l'obbligo di verificare, avvalendosi della struttura dell'ufficio della direzione dei lavori, che gli Appaltatori osservino le norme e prescrizioni dei contratti collettivi, delle leggi e dei regolamenti sulla tutela, sicurezza, salute, assicurazione e assistenza dei lavoratori.

A tal riguardo dovrà seguire anche le procedure e scadenze per la liquidazione degli acconti agli Appaltatori degli oneri relativi alla sicurezza.

Il coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione opera all'interno dell'ufficio della direzione dei lavori e con lo svolgimento delle funzioni e dei compiti indicati nel precedente punto, attuando ogni utile iniziativa, collabora per la buona riuscita dell'esecuzione dei lavori.

In sede di gara il coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione potrà proporre una sua struttura operativa formata dagli assistenti a cui intende ricorrere per il coordinamento e il controllo della sicurezza nei lavori in oggetto.

Il compenso professionale per tutte le figure specialistiche proposte in sede di gara per la struttura operativa del coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione, dovrà essere compreso in quello proposto dal coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione e oggetto del Contratto.

Tali assistenti che dovranno possedere i requisiti professionali del coordinatore per l'esecuzione dei lavori stabiliti dall'articolo 98 del Decreto Legislativo 9 aprile 2008 n. 81 e s.m.i., collaboreranno con il coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione nel verificare l'applicazione e il rispetto delle disposizioni dello stesso Decreto Legislativo 81/2008.

Nel corso dei lavori il coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione potrà, a propria cura e spese, integrare con ulteriori figure specialistiche di propria fiducia la sua struttura operativa del coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione. In tal caso il coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione dovrà avanzare una formale richiesta al Responsabile Unico di Procedimento con la precisa indicazione del ruolo, mansione ed impegno di tempo da assegnare ad ogni figura specialistica di cui intende avvalersi.

Il Responsabile Unico di Procedimento avrà a disposizione 30 (trenta) giorni solari e continuativi per autorizzare l'ingresso in cantiere di ogni figura specialistica che oltre al possesso dei requisiti necessari per lo svolgimento delle mansioni che il coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione intende affidare senza oneri a carico della Stazione Appaltante, dovrà avere anche le adeguate polizze assicurative per sollevare la Stazione Appaltante da ogni responsabilità nello svolgimento delle mansioni.

Il coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione dovrà operare in regime di Certificazione di Qualità.

27.1.6 – Durata e tempi

Le attività relative alle prestazioni opzionali di Direttore dei Lavori, Direttori operativi, ispettore di cantiere e coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione saranno svolte in correlazione allo svolgimento dei lavori e fino al collaudo dell'opera medesima.

Il pagamento del corrispettivo per le attività opzionali sarà effettuato dal Committente in funzione degli Stati di Avanzamento Lavori, fino al completamento e collaudo dell'opera.